



В.В. Удилов

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И АГРОХИМИИ

Екатеринбург
2017

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет среднего профессионального образования

В.В. Удилов

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И АГРОХИМИИ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся на факультете
среднего профессионального образования
по специальности 35.02.12 «Садово-парковое
и ландшафтное строительство»
всех форм обучения

Екатеринбург
2017

Печатается по рекомендации методической комиссии ФСПО.
Протокол № 1 от 13 сентября 2016 г.

Рецензент – В.В. Сергеев, председатель цикловой комиссии технологических дисциплин ФСПО.

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 15.08.17		Поз. 82
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 3,25	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Почва является природным телом, по своему состоянию рыхлым и динамичным. Почва сформировалась в результате естественных процессов, которые протекали в поверхностных горизонтах земной коры. Почва обладает плодородием и характеризуется уникальностью свойств, как живых организмов, так и неживых компонентов, представленных почвообразующими породами. Почва входит в состав биосферы Земли, в почве накапливаются биологически важные минеральные элементы, в почве происходит аккумуляция лучистой энергии Солнца в форме гумуса, представляющего собой органическое вещество. Почва активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе. В почве удерживаются вода, воздух и тепло. Благодаря этим процессам формируется и развивается плодородие почвы. Почва, таким образом, становится природной средой обитания для растительных и животных организмов.

Изучением почв занимается наука «Почвоведение». А её возникновение связано с именем В.В. Докучаева, выдающегося естествоиспытателя, опубликовавшего в 1883 году книгу «Русский чернозём». Этот год считается годом рождения науки о почве.

Почвоведение – естественно-историческая наука, предметом изучения которой является почва во всём её многообразии (происхождение, развитие, строение, состав, свойства, роль в жизни человека и биосферы, методы охраны почв, мелиорация), а также изучение главного свойства почвы – почвенного плодородия и способов рационального его использования.

Земледелие – раздел агрономии, который изучает общие приёмы возделывания сельскохозяйственных растений, способы рационального использования земли и повышения плодородия почв путем применения севооборотов, повышенных доз высококачественных органических удобрений, а также агротехнических и биологических способов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Система земледелия должна отвечать экономической безопасности и надежному обеспечению растущего спроса на сельскохозяйственную продукцию.

Агрохимия – наука о взаимодействии удобрений, почвы и растений, научная основа химизации земледелия; разрабатывает рациональные приёмы применения удобрений и правильных севооборотов с целью повышения урожая культур и улучшения их качества.

В результате освоения учебной дисциплины «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии» обучающийся должен знать:

- значение почвоведения в профессиональной деятельности и при освоении профессиональной образовательной программы;
- основные методы почвенного плодородия в области профессиональной деятельности;
- основные виды почв и методы их изучения;
- основные методы земледелия;
- основы агрохимии.

1. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

1.1. Основы геологии

1.1.1. Происхождение Земли. Строение земного шара

Галактики – звездные системы различного вида, состоящие из звезд, газовых и пылевых туманностей и межзвездного рассеянного вещества. В бесконечном пространстве вселенной содержится огромное число галактик. Солнце, представляющее собой звезду средней величины, входит в одну из галактик. Планеты Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон вращаются вокруг Солнца и образуют солнечную систему.

Существуют следующие гипотезы о происхождении Земли:

1) гипотеза И. Канта (1775 г.) состоит в том, что Земля и звёзды произошли из рассеянной материи, «первичного хаоса» в результате встречи и столкновения между собой твёрдых и газообразных частиц;

2) гипотеза П. Лапласа (1796 г.) заключается в том, что Солнечная система возникла из единой раскалённой газовой туманности, которая вращалась вокруг общего центра тяжести;

3) гипотеза О.Ю. Шмидта (1932 г.) представляет возникновение Земли и всех планет Солнечной системы в результате соединения воедино отдельных частиц (акреции) из газово-пылевого облака, быстро вращающегося вокруг Солнца. Во время вращения облака происходила концентрация элементов, которые входят в его состав. Это приводило к образованию зародышей будущих планет;

4) гипотеза В.Г. Фесенкова (1940 г.) устанавливает круговую форму и компланарность орбит планет, возникшие в результате осреднения орбит большого числа мелких частиц, пошедших на их образование, движение планет и их спутников, в том числе и в обратном отношении.

Тело Земли характеризуется концентрически-зональным строением, в центре которого расположено ядро. Вокруг ядра размещаются концентрические оболочки–геосферы. От поверхности Земли к её центру происходит скачкообразное увеличение плотности геосфер. Геосферы Земли подразделяются на внешние (атмосферу, гидросферу, биосферу) и внутренние (земную кору, мантию, ядро). В недрах Земли постоянно происходит дифференциация вещества по причине её вращения вокруг своей оси.

Педосфера – почвенный покров, представляющий собой тонкую оболочку Земли, контактирующую с атмосферой, принимающую и преобразующую солнечную энергию, органические и минеральные вещества.

Земная кора – это верхняя часть литосферы, наружная твёрдая оболочка Земли. Она ограничена снизу поверхностью резкого изменения скоростей продольных или поперечных сейсмических волн и составляет по

мощности $1/160$ радиуса Земли. На континентах и в океанах плотность и мощность земной коры различны. Континентальная земная кора имеет следующее строение: верхний слой характеризуется переменной мощностью от 0 на щитах платформ до 25 км в глубоких впадинах и является осадочно-вулканическим; средний слой образован различными метаморфическими породами (кристаллическими сланцами и гнейсами, гранитными интрузиями) с мощностью от 15 до 30 км; нижний слой состоит из метаморфизованных, преимущественно основных пород.

Контрольные вопросы

1. Кем выдвинуты гипотезы о происхождении Земли и в чем они состоят?
2. Какие сферы Земли выделены и как они характеризуются?
3. Что такое педосфера и какое место она занимает среди других сфер Земли?

1.1.2. Образование земной коры. Состав земной коры

Со времени возникновения Земли как планеты постоянно происходили процессы дифференциации веществ, её составляющих. При этом в поверхностные слои поднимаются более легкие по плотности соединения. Эти соединения остывают, кристаллизуются и формируют литосферу — каменную оболочку Земли.

Внутренние силы, возникающие в толще каменной оболочки и в мантии, а также при перераспределении масс и в более глубоких слоях Земли, вызывают орогенез (горообразование). Процессы, вызывающие орогенез, называются орогенными (горообразовательными). Медленные вековые поднятия обширных областей суши, не вызывающие изменения складчатой структуры областей, являются эпейрогенными.

В зонах разломов, глубоких трещин литосферы, а чаще в горных поднятиях океанов с тонкой корой литосферы образуются вулканы и вулканические системы. Появление вулканов связано с внедрением расплавленной магмы в трещины литосферы. Когда магма выходит на поверхность, то формируются жерло и кратер вулкана. В океане глубина жерла вулканов достигает 15–20 км, а на материках 50–70 км.

В районах, где земная кора недостаточно устойчива, происходят землетрясения, так как там действуют силы напряжения. Возникают землетрясения чаще в горных районах, где орогенные процессы ещё не закончились, или в глубине литосферы с происходящими продольными напряжениями, разломами, надвигами, нарушающими напряжения масс. Зона в недрах земли, где возникают условия для землетрясений, является гипоцентром. Район на поверхности земли, где землетрясение достигает максимума, — эпицентр.

Существуют различные формы нарушений залегания земных пластов:

- складчатые формы в виде волнообразных складок правильной или неправильной формы (антиклиналь – верняя часть складок, синклиналь – нижняя);

- вертикальные формы залегания, возникающие при действии боковых сил направленно вдоль поверхности земли, когда один слой наползает на другой, формируя надвиг. При быстро возникающей вертикальной силе образуется провал (горст – возвышенная часть провала; грабен – опустившаяся часть провала).

Силы, вызывающие нарушения в земных пластах, называются тектоническими. Орогенные процессы, воздействуя на поверхность земли, вызывают обнажения древних кристаллических горных пород.

Земная кора наиболее изучена до глубины 20 км. В результате анализа образцов горных пород и минералов, выходящих на поверхность земли при орогенных процессах, взятых из горных выработок, глубоких буровых скважин и обнажений, был определен средний состав химических элементов земной коры. Кислород составляет 49 % массы земной коры, кремний – 26 %. Алюминий, железо, кальций, натрий, магний и калий составляют 26 % от всего химического состава массы земной коры. Все эти элементы входят в состав органического вещества растений и имеют огромное значение для плодородия почв. В недрах земли происходят химические реакции, приводящие к формированию самых разнообразных элементов.

Все вещества земной коры представлены минералами. Минерал – всякое встречающееся в земной коре природное (естественное) однородное тело, характеризующееся более или менее постоянным химическим составом. Минералы разнообразны по форме, строению, составу, свойствам и распространению. По происхождению минералы подразделяются на эндогенные (образовались в недрах земли и связаны с земной корой и мантией земли) и экзогенные (формируются на поверхности земной коры в результате действия процессов выветривания). По структурным признакам и химическим свойствам выделено восемь основных классов минералов: силикаты, оксиды и гидроксиды, карбонаты, сульфаты, фосфаты, галогениды, сульфиты, самородные элементы.

Химические соединения, сплавы и механические смеси, состоящие из нескольких минералов, образуют горные породы. Они образовались при различных процессах, протекающих как в недрах земли, так и на её поверхности. По происхождению горные породы делятся на магматические (изверженные), осадочные, обломочные, глинистые, химические и органические, метаморфические.

Земная кора находится в процессе непрерывного развития. В результате процессов вулканизма, денудации, сноса и переотложения магматические горные породы поступают на поверхность земли и становятся источником осадочных пород. При погружении осадочных пород в глубь земли

они превращаются в метаморфические породы. Метаморфические породы далее плавятся, погружаются в магму и вновь извергаются на поверхность. Это ведёт к непрерывному круговороту горных пород на земле.

Контрольные вопросы

1. Как протекает горообразование?
2. Что называется минералами и как они характеризуются?
3. Что называется горной породой?
4. Как образуются горные породы?

1.1.3. Выветривание горных пород и минералов

Выветривание – это процесс разрушения горных пород и минералов на земной поверхности под действием лучистой энергии Солнца, колебаний температуры воздуха, замерзающей в пустоте горных пород воды, кислорода, углекислоты, а также живых организмов. Различают три типа выветривания: физическое (механическое), химическое и биологическое (биохимическое).

Физическое выветривание является процессом раздробления кристаллических горных пород и минералов на более мелкие обломки без изменения химического состава. Разные коэффициенты расширения кристаллических решёток, образующих породу минералов, и разная степень их устойчивости к механическому воздействию ведёт к полному раздроблению породы на минералы, составляющие её. Резкие температурные колебания на поверхности земли ведут к возникновению напряжений в горной породе и разрушают связи между минералами. Морозное выветривание, клиноподобное действие корней, абразия (трение обломков пород друг о друга, вызванное водой, ветром, льдом, падением), колебания температур, влажности, строение и свойства горных пород влияют на степень, скорость, характер и глубину проникновения процессов физического выветривания в массивные горные породы.

Химическое выветривание – процесс, сопутствующий физическому выветриванию. Чем больше раздроблена горная порода, тем легче происходит её химическое преобразование под воздействием воды, кислорода, углекислого газа и органических кислот: растворение, окисление, гидратация, восстановление, карбонатизация, гидролиз. До возникновения жизни на Земле, в период геологической истории, продолжавшейся около 2,5 млрд лет, на Земле сформировалась матрица почв. Матрица почв – минеральная основа, представляющая собой рыхлое, слоистое, пористое, полиминеральное, полидисперсное и полихимическое тело в верхней части коры выветривания. Коллоидная часть матрицы – важнейшая её составляющая, так как минеральные коллоиды являются своего рода цементом для почвенной матрицы. Коллоиды обеспечивают физико-химическую

поглолительную способность почвы и благодаря им достигается относительно высокая ее устойчивость к внешним воздействиям.

Биологическое выветривание — процесс изменения горных пород под действием живых организмов, продуктов их жизнедеятельности и продуктов разложения органических веществ. Живые организмы качественно изменили и ускорили преобразование горных пород в результате разнообразных биохимических процессов, протекающих в почве.

Процессы выветривания образуют слой коры выветривания (рухляк выветривания), состоящий из обломков горных пород и минералов, а также их окислов и гидроокисей. В рухляке выветривания по сравнению с горными породами формируются новые свойства: водопроницаемость, воздухопроницаемость, водоудерживающая способность, обмен своих катионов на катионы водного раствора. Биологические процессы выветривания ведут к накоплению органических и органо-минеральных соединений, обеспечивающих минимальное первичное плодородие рухляка.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы называются выветриванием?
2. В чём заключаются особенности каждого типа выветривания?

1.1.4. Ветровая и водная эрозия

Ветровая эрозия (дефляция) — развевание почв и отложений ветром. Продукты выветривания подхватываются ветром и обрушиваются на горные породы, проникают во все углубления и трещины. Наибольшая концентрация переносимого ветром песчаного материала наблюдается в приземной части воздушного потока. Песчаные частицы, переносимые ветром, ударяются о поверхность, оставляя на ней углубления. Разрушительная деятельность ветра проявляется в виде пылевых бурь. После длительных засух возникают пылевые бури, наносящие большой вред сельскому хозяйству. Перевервая верхние слои почв и отложений, ветер поднимает в воздух пылеватые и илистые частицы, которые переносятся на значительные расстояния.

Дефляция наблюдается на любых отложениях. При передвижении ветром сыпучих песков возникают различные формы эолового рельефа: кучевые пески, барханы, бугристые пески, дюны. Базис дефляции — уровень, ниже которого ветер не может развевать пески, представляет собой капиллярную кайму грунтовых вод, глинистые и плотные отложения.

Водная эрозия оказывает разрушающее действие текущей талой, дождевой и ливневой воды на почву и подстилающие породы. Водная эрозия протекает в виде нормальной (геологической) эрозии, идущей очень медленно на покрытой естественной растительностью земной поверхности и не приносящей вреда, а также в виде ускоренной (разрушительной) эрозии,

происходящей на площадях с расчленённым рельефом, где частично или полностью уничтожена естественная древесная и травянистая растительность. Ускоренная водная эрозия делится на плоскостную (смыв верхних слоёв почвы с образованием неглубоких проёмов и формированием делювиальных отложений у подножия склонов) и линейную (вызывает образование оврагов – крутосклонных ложбин и промоин, созданных мощными потоками талых и ливневых вод). Ускоренная водная эрозия формирует эродированные почвы.

Базис водной эрозии – уровень или горизонтальная поверхность, ниже которой вода не производит размывающего действия.

Борьба с ветровой эрозией состоит в проведении комплекса агролесомелиоративных и противоэрозионных мероприятий (осуществление мер по накоплению и сохранению влаги в почве, использование безотвальной обработки почвы с оставлением стерни, применение полосной системы земледелия).

Борьба с водной эрозией заключается в проведении лесомелиоративных мероприятий: облесение откосов оврагов корнеотпрысковыми древесными и кустарниковыми породами, использование специальных гидротехнических сооружений, регулирующих движение воды в вершине оврагов и по их дну.

Контрольные вопросы

1. Что такое ветровая эрозия?
2. Как протекает водная эрозия?
3. Какие существуют меры борьбы с ветровой и водной эрозией?

1.1.5. Геологическая деятельность воды

Общее количество воды на Земле достигает 2,46 млн км³. Из этого количества 58 % приходится на поверхностные воды, а 42 % – на подземные. Количество пресной воды составляет 2 %. Растениями ежегодно усваивается примерно 11000 км³ воды. Из этого количества на процесс фотосинтеза расходуется почти 9,5 км³.

После заполнения влагой всех капиллярных промежутков в почве образуются подземные воды. Свободная влага передвигается вниз под действием силы тяжести и накапливается в почве, дойдя до водоупорного слоя. Образование подземных вод происходит на водоупорных глинистых и илистых грунтах или материнских породах. Подземные воды (воды, находящиеся в толще земной коры) собираются в слое, который называется водоносным горизонтом.

По условиям образования подземные воды делятся на три вида:

- почвенные (верховодка почвенная), представляющие собой временные грунтовые воды, образующиеся на плотных горизонтах почв, способные

течь вниз по склону, образуя внутрипочвенный сток; могут существовать от одной недели до трёх месяцев;

- грунтовые (верховодка грунтовая), формирующиеся просачиванием осадков через почву и конденсацией влаги; глубина грунтовых вод и химический состав отличаются многообразием; над поверхностью грунтовых вод формируется капиллярная кайма, высота которой зависит от механического состава почвы или материнской породы;

- межпластовые, залегающие между двумя водоупорами на разной глубине. Различают напорные воды (артезианские, образующиеся в нижних частях складок между двумя водоупорами с песчаными или известковыми горизонтами) и ненапорные воды (залегают горизонтально).

Подземные воды производят работу, вызывающую карст и карстовые пещеры (пустоты, сформировавшиеся в известковых породах с образованием сталактитов и сталагмитов), оползни (массы грунта, сползающие с крытых склонов, потерявшие водоупор), плывуны (водонасыщенные пески, иногда супеси, вытекающие под гидростатическим давлением выше лежащих горных пород и грунтовых вод из разреза), родники, образующиеся там, где водоэрозийная сеть (овраг, балка, река) перерезает грунтовые воды.

Все грунтовые воды – зоны аэрации, расположенные на первом от поверхности суши водоупоре.

Глубина залегания грунтовых вод влияет на лесорастительные условия и определяет степень увлажнения района. Постоянное избыточное увлажнение на севере, где грунтовые воды расположены очень близко к поверхности почвы, вызывает снижение продуктивности лесов, в то время как в центральной части лесной зоны, где грунтовые воды залегают на глубине 2–3 м, отмечается значительное повышение продуктивности лесов.

Контрольные вопросы

1. Какие формы влаги существуют в грунтах и почвах?
2. Как образуются грунтовые воды?

1.1.6. Геологическая деятельность рек, морей и ледников

Реки имеют огромное значение, являясь источником пресной воды. Однако реки проявляют и эрозионную деятельность, так как вода, стекая по их руслу, размывает дно и берега. Скорость движения воды в реке, её количество, а также уклон и базис эрозии (уровень, ниже которого вода не может производить разрушение; уровнем является море или крупное озеро) влияют на эрозионную деятельность рек. Разрушительно-эрозионная деятельность рек проявляется в двух формах: глубинного размыва (наблюдается у молодых рек и в верхних частях старых рек, где есть уклоны и вода течёт быстро, формируются обрывистые берега) и бокового размыва

(река размывает то один, то другой берег; русло реки становится извилистым; скорость движения у берегов с пологими отмелями уменьшается, вызывая образование более мелких частиц).

Большая часть выступов коренных горных пород срезается, образуется широкая долина реки, в которой русло расположено в речных аллювиальных отложениях. При половодье изгибы реки размываются водой, русло реки спрямляется и на пойме формируются старицы, или меандры (серповидноизогнутые озёрки). У поймы можно выделить три крупные части: прирусловую (включает прирусловый вал, сформированный из грубообломочного материала), центральную (с меандрами, неоднородную по механическому составу) и притеррасную (пониженную, сложенную глинистыми отложениями).

Водная поверхность морей и океанов составляет 71 % поверхности земли. В морской воде содержится более 30 химических элементов, а средняя солёность морских вод составляет 3,5 % (35 мг солей на 1 л морской воды). Разрушительная работа морских волн (морская абразия) заключается в действии прибоя (прибойной волны). Под действием прибоя берег отпускается и формируется новая морская терраса. Надводная часть морской террасы называется пляжем. Характер эпейрогенных колебаний суши определяет число морских террас.

Рельеф дна определяет морские отложения, где отмечают шельф (материнскую отмель) глубиной до 200 м и батталь (материковый склон) — от 200 м до 2,5 км. В районах морских отложений образуется значительное количество засоленных земель. Древесные породы на засоленных землях растут плохо.

В четвертичный период, около 2 млн лет назад, наступил последний этап осадкообразования на Земле, которому сопутствовали великие четвертичные оледенения. Образование ледников, крупных впадин, заполненных осадочными породами, и вулканическая деятельность вызывают нарушения изостатического равновесия. При этом происходит поднятие или опускание поверхности суши.

Последнее крупное оледенение произошло 18–20 тыс. лет назад. Ледник по мере своей активности, двигаясь по поверхности, разрушает и отрывает горные породы. По ходу движения эти массы обломков, достигающие десятков тонн, перемещаются на тысячи километров.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения сформировались под воздействием огромных масс талых вод, которые освободились при таянии ледяного покрова. Выделяют следующие типы водно-ледниковых отложений, отличающихся формой и составом:

- зандровые долины, образованные осадением обломочного материала;
- озы, представляющие собой извилистые гряды высотой 20–30 м, сложенные слоистым песчано-галечным материалом;

- камы, сложенные из перемежающихся слоёв разнотернистого песка с редкими включениями валунов и глины, образующие холмы изометрической формы, высотой 10–20 м.

Породы ледникового происхождения представлены моренами – отложениями на месте таяния ледника, которые образуют грядовые и слабохолмистые формы рельефа.

На равнинных территориях в водоёмах сформировались озёрно-ледниковые отложения, состоящие из тонкослоистых (ленточных) остатков. Из них образуются озёрно-ледниковые равнины.

Последствием эпохи оледенения является вечная (многолетняя) мерзлота. Промёрзшие и неоттаявшие рыхлые горные породы сохранились в настоящее время только в районах с отрицательной среднегодовой температурой воздуха.

Контрольные вопросы

1. Как проявляется геологическая деятельность рек?
2. В чем прослеживается морская абразия?
3. Какие ледниковые отложения существуют?

1.1.7. Формирование почвообразующих пород

Материнские породы – это рыхлые, выветривающиеся горные породы, из которых в результате процессов почвообразования формируются почвы, где ведущим процессом является выветривание – длительный сложный и динамичный процесс. Разрушение горных почвообразующих пород имеет разную скорость и характер, что ведёт к формированию различных материнских почвообразующих пород, имеющих различные признаки и свойства.

Почвообразующие породы, распространённые на территории России, подразделяются по происхождению на три группы: четвертичные, древние осадочные породы, элювий магматических и метаморфических пород.

К **четвертичным осадочным породам** относятся следующие отложения.

1. Моренные (ледниковые) отложения образовались в результате геологической деятельности ледников и являются несортированным, неслоистым материалом различного гранулометрического состава с большим количеством валунов. На них в зависимости от характера растительности образуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

2. Флювиогляциальные отложения сформировались в результате геологической деятельности талых вод ледников, по гранулометрическому составу – легкие песчаные или песчано-галечниковые. Почвы, образованные на них, характеризуется плохим питательным режимом и заболоченностью.

3. Покровные суглинки представляют собой хорошо сортированную безвалунную буровато-жёлтую породу. По гранулометрическому составу

это средние и тяжёлые пылеватые суглинки, располагающиеся на водоразделах, хорошо сортированные, без валунов. На них формируются те же почвы, как и на моренных отложениях.

4. Озёрно-ледниковые отложения образовались на дне озёр в межледниковые периоды и обычно приурочены к плоским понижениям. По гранулометрическому составу это ленточные глины и пески. На них образуются болотные почвы.

5. Аллювиальные отложения характерны для пойм рек, а их образование связано с накоплением частиц, приносимых водой во время паводка. Данные отложения имеют слоистое строение и различный гранулометрический состав. На аллювиальных отложениях образуются почвы, обладающие высоким плодородием.

6. Лёссы и лёссовидные суглинки – это палевые, желто-бурые однородные по гранулометрическому составу пылеватые суглинки. Благоприятные почвообразующие породы.

7. Морские отложения образовались на дне моря и при его регрессии стали почвообразующей породой. Чаще суглинистые и глинистые. На них образуются засоленные почвы.

8. Элювиально-делювиальные отложения – продукт разрушения и переотложения различных пород. Это хорошо отсортированные суглинки, реже супеси и пески, приуроченные к склонам водоразделов.

Древние осадочные породы – это продукты разрушения древесных известняков, глин и пород легкого гранулометрического состава. На них сформировались дерново-карбонатные почвы.

Элювий магматических и метаморфических пород – это рыхлая суглинистая масса с большим количеством щебёнки из гранитов, сиенитов, габбро и других пород. Распространены в горных районах и являются материнскими породами для горных почв.

Контрольные вопросы

1. Где встречаются материнские горные породы?
2. Какими свойствами обладают основные почвообразующие породы?

1.2. Формирование почв

1.2.1. Общая схема почвообразования

Почвообразовательный процесс представляет собой совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, формирующих самостоятельное биокосное тело в поверхностном слое земной коры – почву. Почвообразование совершается под влиянием солнечной энергии при взаимодействии живых организмов и продуктов их распада с корой выветривания, содержащей воду и воздух. Сущность почвообразовательного

процесса определяют два противоположных и взаимосвязанных комплекса биохимических, химических, физических, физико-химических процессов:

- поглощение живыми организмами минеральных веществ из окружающей среды;
- воздействие на окружающую среду живых организмов, продуктов их жизнедеятельности и распада.

В порядке усложнения и генетической результативности почвообразовательные процессы объединяются в три группы: простейшие микропроцессы, элементарные почвообразовательные процессы и общие макропроцессы.

Простейшие микропроцессы представляют, как правило, различные противоположно направленные явления. Главная черта этих процессов – они не оставляют в почвах в данный момент заметных морфологически выраженных признаков. Выделяют следующие микропроцессы:

- поглощение живыми организмами из почвы минеральных соединений и синтез органического вещества;
- выделение живыми организмами в почвенный покров и почвенную атмосферу органических и минеральных соединений;
- разложение и минерализация органических остатков;
- синтез из органических и минеральных соединений гумусовых веществ почвы;
- подкисление почвенных растворов органическими кислотами;
- нейтрализация почвенных растворов при обменных реакциях водорода органических кислот с основаниями, освобождающимися при минерализации органических остатков и разложении первичных минералов;
- разрушение первичных минералов почвообразующей породы;
- синтез вторичных минералов и органо-минеральных комплексов;
- коагуляция органических, органо-минеральных и минеральных коллоидов, разрушение агрегатов;
- пептизация почвенных коллоидов, разрушение агрегатов;
- гидратация минеральных соединений;
- дегидратация минеральных соединений;
- окислительные процессы, идущие при свободном доступе кислорода в почвенную толщу или при отсутствии дефицита кислорода в почвенных водах;
- восстановительные процессы при постоянном или периодическом застое влаги и недостатке кислорода;
- движение растворов вверх и накопление подвижных соединений в верхней части профиля;
- движение раствора вниз, растворение и вынос подвижных соединений;
- поглощение элементов органо-генов живыми организмами и биогенное их накопление в верхних горизонтах почв;
- растворение и вынос элементов биогенной аккумуляции;

- адсорбция почвенных коллоидов живущими в почве живыми организмами газов почвенной атмосферы;
- десорбция газов, их выделение в процессе дыхания и при разложении растительных остатков;
- дифференциация почвенного профиля и формирование различных по составу и свойствам генетических горизонтов;
- нарушение строения почвенного профиля при физико-механических деформациях в результате деятельности почвенных животных и перемещений почвенной массы.

Элементарные почвообразовательные процессы представляют собой сочетание взаимосвязанных биологических, химических и физических явлений, протекающих в почвах и являющихся главными составляющими почвообразования в целом. Это конкретные явления, механизмы и процессы, приводящие к образованию того или иного признака почвы, например гумусового горизонта, солонцеватости почвы, горизонтов карбонатных новообразований или гипса и др.

Общие (тотальные) макропроцессы формируют определенные почвенные индивидуумы (типы, подтипы и др.). В почвоведении они рассматриваются как черноземообразование, подзолообразование, буроземообразование, солонцеобразование и т.д.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается почвообразовательный процесс?
2. В какие группы можно объединить почвообразовательные процессы?
3. Что представляют собой элементарные почвообразовательные процессы?
4. Как формируются почвенные индивидуумы?

1.2.2. Факторы почвообразования

Современная природа поверхности земли представляет собой сложную материальную систему, в которой все её части взаимодействуют друг с другом, взаимообусловлены и существовать отдельно друг от друга не могут. Доказал эту взаимообусловленность В.В. Докучаев, основоположник генетического почвоведения. Для В.В. Докучаева было характерно понимание материального единства природы (целостности) и взаимосвязи её тел и сил. Он писал, что важнейшей задачей должно быть познание тех соотношений и взаимодействий, той закономерной связи, которые несомненно существуют между всеми силами, явлениями и телами природы.

В почве происходит обмен материей и энергией как внутри компонентов почвы (самостоятельного природного образования), так и между почвой и внешней средой. Внешней средой для почвы являются атмосфера, материнские породы, гидросфера, живые организмы, рельеф и др.

Климатические условия проявляются как поступление на поверхность земли световой и тепловой энергии, также воды, без которых немислимы жизненные процессы и экзогенное преобразование поверхности континентов. Климат связан с атмосферой земли, которая, как и другие сферы, образующие нашу планету, функционирует по своим законам, в то же время во взаимосвязи с океаном, литосферой, корой выветривания, почвами, живым веществом биосферы. Функционирование атмосферы отражается на всех оболочках земли, в частности, на почвах при их образовании и эволюции.

Температурные показатели климата анализируются в их временном конкретном усредненном или экстремальном выражении: температура годовая, сезонная, теплого или холодного месяца, абсолютный минимум, температурная контрастность и континентальность и т. д.

Важнейшими показателями генезиса, плодородия и классификации почв всегда были их температурные условия, такие, как глубина промерзания почвы, длительность мерзлотного покоя, средние температуры холодного и теплого периодов и др.

Определенное значение в направлении почвообразования имеет континентальность климата, или амплитуда температур холодного и теплого периодов года, термическая контрастность сезонов.

Потенциальный биологический эффект тепла и света проявляется при поступлении на поверхность суши атмосферных осадков, причем количественно-качественный природный эффект зависит от степени увлажненности территории и сезонного распределения влаги. Атмосферные осадки выпадают в виде дождя, снега и росы. Это пресная фракция водных масс планеты, которая вместе с водами рек, озер, болот, грунтовыми и артезианскими водами составляет лишь 2–3 % общего запаса воды. На земле преобладают высокоминерализованные морские и подземные воды.

Влага атмосферы – не только физический или химический фактор почвообразовательных процессов. Это обязательный вещественный компонент биологического круговорота, практически вся биомасса состоит из химических элементов атмосферного происхождения, содержащихся в веществах её газов (H_2O , O_2 , CO_2 , N_2). В единую систему связаны атмосфера с её погодными и климатическими условиями, океан, почвы, растительный и животный мир.

В почвообразовании участвуют три группы организмов: растения, животные и микроорганизмы, образующие сложные биоценозы. В результате их непосредственного воздействия на почву, а также воздействия продуктов их жизнедеятельности осуществляются все важнейшие слагаемые почвообразовательного процесса. Роль организмов как фактора почвообразования заключается в том, что они осуществляют следующие процессы: синтез и разрушение органического вещества, избирательная концентрация биогенных элементов, разрушение и новообразование минералов, миграция и аккумуляция веществ и др. В результате именно организмы определяют формирование важнейшего свойства почвы – плодородия.

Круговорот веществ в экосистемах, осуществляемый при участии живых организмов, называется *биологическим круговоротом*. При этом химические элементы из почвы, воды и атмосферы поступают в живые организмы, образуют в них новые сложные соединения и вновь возвращаются в почву, воду и атмосферу в процессе жизнедеятельности живых организмов или после их смерти.

Основные показатели биологического круговорота веществ:

- *биомасса* – масса организмов определенной группы или сообщества в целом;
- *фитомасса* – общее количество живого органического вещества в надземной и подземной частях растительного сообщества;
- *продуктивность* – прирост биомассы, созданной за единицу времени. Различают *первичную продукцию* (биомасса, созданная за единицу времени продуцентами) и *вторичную* (биомасса, созданная за единицу времени консументами);
- *мертвое органическое вещество* – количество органического вещества в отмерших, но не упавших на почву растениях, торфе, лесной подстилке, степном войлоке и др.;
- *годовой прирост* – количество органического вещества, образовавшегося за год в надземной и подземной частях растительного сообщества;
- *опад* – количество органического вещества, отмершего за год;
- *интенсивность разложения* органического вещества – отношение подстилки к опадку зеленой части;
- *зольность* – содержание зольных элементов в растениях (в %).

Главный источник органического вещества в биосфере – растительные организмы, образующие широкое географическое многообразие природных зон, ландшафтов и биогеоценозов. Фитоценозы – основа всей остальной жизни на планете. Преобразование географической оболочки земли, круговорот веществ в биосфере условно имеют начало от фотосинтеза бесчисленной гаммы органических веществ.

В почвоведении используются следующие понятия: кора выветривания, почвообразующая, или материнская, порода, подпочва и подстилающая порода.

Кора выветривания – верхние горизонты горных пород, в которых протекают процессы физического, химического и биологического выветривания. Почвообразование приурочено к верхней части коры выветривания или полностью занимает её при формировании почв на каменистых геологических субстратах.

Почвообразующая (или материнская) порода – это та часть коры выветривания, из которой образовалась почва.

Подпочва – часть коры выветривания, на которой залегает почва. На рыхлых горных породах подпочва, как правило, совпадает с материнской породой.

Подстилающими породами называются те геологические образования, на которых залегают материнские породы и подпочвы. В случае формирования почв на каменистых породах почва может залегать непосредственно на подстилающей породе.

Рельеф формируется в результате взаимодействия внутренних (эндогенных) и внешних (экзогенных) геологических процессов. Рельеф любой территории находится в постоянном развитии, и современный его облик имеет длительную историю. Главная роль в формировании рельефа в послеледниковый период принадлежала эрозионным процессам, которые действовали совместно с явлениями выветривания, а также с процессами накопления рыхлого материала в речных долинах, на террасовых участках, в нижних частях склонов. Плоские равнины водоразделов практически оказались незатронутыми процессами эрозии, и на них наблюдаются большие толщии рыхлых пород ледникового или эолового происхождения. На рыхлых суглинках и глинах водораздельных равнин обычно формируются почвы с полным типичным профилем, характерным для данной зоны.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы характерны для почвы?
2. Какие климатические условия влияют на почвообразование?
3. Что имеет значение при почвообразовании?
4. Как происходит биологический круговорот веществ?
5. В чём проявляется влияние на почвообразование подстилающих пород и рельефа?

1.2.3. Минеральная часть почвы

Почва и почвообразующие породы состоят из частиц различных размеров, образовавшихся при выветривании горных пород. Кроме преобладающей минеральной части в почве содержится некоторое количество органических и органо-минеральных частиц, образующихся в результате биологических процессов или взаимодействия минеральных и органических компонентов.

Отдельные частицы (гранулы) называются механическими элементами. Близкие по размерам механические элементы объединяются в группы фракций. Соотношение частиц различной крупности, выраженное в процентах, называется гранулометрическим (механическим) составом почвы. При гранулометрическом анализе вначале отделяют на сите частицы крупнее 1 мм, относящиеся к каменистой части (скелету почвы).

Преобладание в составе почвы той или иной фракции определяет ее свойства. Песчаные фракции имеют высокую водопроницаемость и не обладают способностью удерживать влагу. По мере уменьшения размеров песчаных гранул заметно возрастает водоудерживающая способность и

увеличивается высота подъема воды по капиллярам. При увлажнении песок не набухает, при сминании рассыпается (не обладает пластичностью и липкостью).

Пылеватые фракции медленно впитывают влагу, хорошо ее удерживают, при увлажнении незначительно набухают. Пластичность и липкость у них слабо выражены. Молекулярная влагоемкость, набухание, пластичность резко возрастают у частиц размером менее 0,01 мм.

Химический и минералогический составы почвы также зависят от размеров фракций. В песчаных и пылеватых фракциях преобладают первичные материалы (кварц, ортоклаз, микроклии, альбит), а также инертные соединения кремнекислоты. Илистая фракция в основном состоит из вторичных минералов с высокой степенью дисперсности (монтмориллонит). Кроме того, в состав илистой фракции входят органические коллоиды (гумус), поэтому она является самой плодородной частью почвы с высокой поглощательной способностью.

В основу классификации почв по гранулометрическому составу положено содержание в них физической глины и физического песка. Физической глиной называются частицы размером меньше 0,01 мм, а физическим песком – частицы размером больше 0,01. В зависимости от конкретного содержания этих частиц выделяются разные составы почв. По соотношению физической глины и физического песка профессором Н.М. Сибирцевым составлена классификация почв, представленная в табл. 1.

Таблица 1

Классификация почв по механическому составу

Почвы	Соотношение глины к песку
Глинистые	От 1:1 до 1:2
Суглинистые тяжелые	От 1:2 до 1:3
Суглинистые средние	1:4
Суглинистые легкие	От 1:5 до 1:6
Супесчаные	От 1:7 до 1:10
Песчаные	От 1:15 до 1:50

Влияние гранулометрического состава проявляется в том, что песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые почвы имеют различные типы режимов: водный, воздушный, тепловой и питательный. Гранулометрический состав почвы влияет на агротехнику. Знание гранулометрического состава почв позволяет определить оптимальные сроки сельскохозяйственных работ, дозы и сроки внесения удобрений и весь комплекс работ по наиболее рациональному использованию и охране почв. Гранулометрический состав почв определяют полевыми и лабораторными методами.

Контрольные вопросы

1. Что такое механические элементы почвы?
2. Как определить механический состав почвы?
3. Какие существуют почвы по механическому составу?

1.2.4. Формирование органической части почвы

Органическое вещество – важнейшая составная часть почвы, определяющая ее плодородие. Основным источником накопления гумуса в почвах – зеленые растения, оставляющие в почве и на ее поверхности большое количество органического вещества. Характер растительности определяет количество поступающей в почву органической массы.

В лесных почвах основным источником образования гумуса является наземный опад, образующий лесную подстилку. Количество подстилки в лесах различно и зависит от географической зоны, плодородного состава, возраста и густоты насаждений, а также от степени развития травянистого покрова.

Корни древесной растительности образуют значительную массу органического вещества в почве, но они многолетние, поэтому доля их участия в образовании гумуса невелика. Под травянистой растительностью находится основной источник образования гумуса – мелкие корни, масса которых в метровом слое составляет в зоне степей 8–28, в зоне пустыни 3–12 т/га.

В профиле различных почв корни распределяются неодинаково. В подзолистых почвах лесолуговой зоны главная масса корней сосредоточена в верхней части профиля, в почвах лесостепной, степной и пустынно-степной зон корни распределены по профилю равномерно.

Химический состав органических веществ, поступающих в почву, очень разнообразен. Большая часть их массы – вода (75–90 %). В состав сухого вещества входят углеводы, белки, жиры, воски, смолы, липиды, дубильные вещества и многие другие соединения. Подавляющее большинство этих соединений – высокомолекулярные вещества (белки, полисахариды).

Количественное соотношение соединений в почвах весьма различно и всецело зависит от характера населяющих почву организмов.

Контрольные вопросы

1. Какие источники гумуса существуют в почве?
2. Какие вещества входят в химический состав почв?

1.2.5. Гумусообразование

Гумус (перегной) – сложный комплекс азотсодержащих органических веществ, все составные части которого находятся в тесном взаимодействии друг с другом и с минеральной частью почвы.

В состав гумуса входят:

- 1) гумусовые (перегнойные) вещества, составляющие 85–90 % массы гумуса и определяющие свойства гумуса в целом;
- 2) вещества исходных органических остатков – белки, углеводы, лигнин, воски, смолы и др.;
- 3) промежуточные продукты превращения органических остатков – аминокислоты, моносахариды, фенолы и др.

Вещества исходных органических остатков и промежуточные продукты их превращения составляют 10–15 % массы гумуса.

Гумусовые (перегнойные) вещества – это азотсодержащие специфические соединения, состоящие в свою очередь из гуминовых кислот и фульвокислот.

Гуминовые кислоты (ГК) – это соединения с высокой молекулярной массой, содержащие азот и активно взаимодействующие с минеральной частью почвы. Они легко извлекаются из почвы растворами щелочей, но плохо растворяются в воде и совсем не растворяются в кислотах, раствор этих кислот имеет бурый или черный цвет; состоят из углевода (52–62 %), водорода (2,6–5,8 %), кислорода (31–39 %) и азота (1,7–5 %).

Препараты ГК содержат зольные элементы – P, S, Al, Fe и др. Кислотная природа этих соединений обусловлена наличием ряда кислых функциональных групп – карбоксильных (COOH) и фенолгидроксильных (ОН).

При взаимодействии с минеральной частью почвы ГК образуют гуматы. Гуматы двух- и трехвалентных катионов (кальция, магния, железа алюминия) нерастворимы в воде и образуют коллоидные осадки – гели. Гуматы же одновалентных катионов (калия, натрия, аммония) растворимы в воде и находятся в форме коллоидного раствора – золя.

В почвах большая часть ГК находится в форме геля, меньшая – в подвижной коллоидной форме и незначительная – в виде истинных молекулярных растворов. ГК обладают большой обменной поглотительной способностью (250–500 мг-экв на 100 г гуминовой кислоты).

Фульвокислоты (ФК) – группа высокомолекулярных азотсодержащих соединений, хорошо растворимых в воде, кислотах и щелочах. Раствор ФК в зависимости от концентрации имеет цвет от соломенного до бурого. ФК состоят из тех же элементов что и ГК, но содержат меньше углевода и больше кислорода. При взаимодействии с минеральной частью почвы образуют фульваты. ФК имеют резко выраженную кислую реакцию, рН 2,6–2,8, активно действуют на минеральную часть почвы, растворяя многие минералы, вызывают оподзоливание.

Гуминовые кислоты и фульвокислоты имеют одинаковое происхождение, близкий элементный состав, но обладают различными составами. По соотношению ГК и ФК различают следующие типы гумусовых веществ:

- фульватные, $\frac{ГК}{ФК} < 0,6$;
- гуматно-фульватные, $\frac{ГК}{ФК} = 0,8 - 1,2$;
- гуматные, $\frac{ГК}{ФК} > 1,2$.

Наиболее благоприятны гуматный и гуматно-фульватный типы гумуса, так как в таких почвах содержится ФК.

Гумусовые вещества и промежуточные продукты превращения органических остатков активно участвуют в выветривании горных пород и минералов, разрушая кристаллическую решетку последних и способствуя этим переходу элементов зольного питания в доступную растениям форму. При промывном типе водного режима под воздействием ФК развивается подзолообразовательный процесс, сопровождающийся глубоким разрушением алюмосиликатной части почвы.

Гумус и его производные, накапливаясь в зоне образования, формируют гумусово-аккумулятивный горизонт; а при участии низкомолекулярных органических кислот в процессе подзолообразования формируют элювиальный горизонт, содержащий основные элементы питания растений (N, K, P, S, Ca и др.). При разложении гумуса микроорганизмами эти элементы переходят в доступные растениям формы и усваиваются ими. Гумус, таким образом, – носитель и источник элементов питания для растений.

По отношению к катионам гумус обладает большой обменной поглощательной способностью, удерживает при поглощении из почвенного раствора в нижней части профиля группу катионов как для питания растений, так и для создания благоприятных химических и физических слоев.

Гумус склеивает и цементирует механические элементы почвы, формирует водопрочную структуру, косвенно влияет на водно-воздушный режим почв. В процессе синтеза гумуса или его разрушения образуется значительное количество углекислого газа, необходимого зеленым растениям для фотосинтеза. Водорастворимые формы гумуса в незначительном количестве непосредственно усваиваются растениями, стимулируя их рост и развитие.

Гумус поглощает попадающие в почву токсические вещества и тяжелые металлы, препятствует их вымыванию в грунтовые воды, выполняя тем самым санитарно-гигиеническую роль.

Контрольные вопросы

1. Как происходит гумусообразование?
2. Что представляют собой гумусовые кислоты?

1.2.6. Поглощительная способность почв

Почвенные коллоиды – минеральные, органические и органо-минеральные частицы, имеющие размер менее 0,0001 мм и обладающие определенными свойствами. Образуются они двумя путями: диспергацией (раздроблением) более крупных частиц и конденсацией (укрупнением) молекул.

Коллоиды путем диспергации образуются при выветривании песчаных, пылеватых и илистых частиц. Коллоиды путем конденсации образуются благодаря реакциям полимеризации и поликонденсации низкомолекулярных органических соединений.

Количество коллоидов в разных почвах неодинаково и зависит от гранулометрического состава почв и содержания в них гумуса: чем теплее и более гумусирована почва, тем больше в ней коллоидов, и наоборот. Тяжелосуглинистые и глинистые хорошо гумусированные почвы содержат 20–30 % коллоидов и более, а песчаные и супесчаные малогумусные почвы всего 1–3 %. На содержание коллоидов большое влияние оказывает характер почвообразовательного процесса.

Коллоидные частицы (мицеллы) имеют следующее строение. Внутренняя часть состоит из ядра (масса недиссоциированных молекул данного вещества); к ядру примыкает потенциал, определяющий слой (внутренний, состоит из ионов, несущих электрический заряд). Этот слой неподвижен, так как его ионы электростатически связаны с ядром и образуют гранулу; за этим слоем расположен слой компенсирующих ионов. Затем следует внешний (диффузный) слой ионов, способных обмениваться на ионы почвенного раствора.

Таким образом, коллоидная мицелла состоит из ядра и двух противоположно заряженных слоев ионов. Почвенные коллоиды по знаку заряда разделяются на отрицательные (ацидоиды) и положительные (базоиды).

К ацидоидам относятся кремниевая кислота, глинистые минералы и гумусовые кислоты, к базоидам – гидраты оксидов железа и алюминия. Величина потенциала почвенных коллоидов зависит от их природы и реакции среды. Поскольку почвенные частицы имеют заряд, они способны притягивать дипольные молекулы воды из окружающего раствора, образуя гидратные пленки. Толщина пленки зависит от величины заряда. В связи с этим различают гидрофильные коллоиды (кремниевая кислота, гумусовые кислоты), удерживающие многослойные пленки воды, и гидрофобные, т.е. слабогидротированные коллоиды (гидрооксид железа, коолинит). Гидрофильные коллоиды имеют сходство с водой и способны сильно набухать, что предотвращает их слипание. Гидрофобные коллоиды набухают слабо, поэтому у них выражена способность свертываться и выпадать в осадок.

Коллоиды могут находиться в двух состояниях: золь (коллоидный раствор) и гель (коллоидный осадок).

Коагуляция – процесс перехода коллоидов из состояния золя в состояние геля. Слипание коллоидов в агрегаты происходит под влиянием электролитов. Коагуляция ацидоидов вызвана катионами электролита, базоидов – анионами. При коагуляции коллоидов происходит склеивание элементарных почвенных частичек в комочки, в результате чего улучшаются физические свойства почвы. Коагуляцию вызывают двухвалентные катионы, особенно Ca^{2+} . Кальций называют «стражем почвенного плодородия», так как он способствует образованию структуры и уменьшает кислотность почв.

Пептизация – это обратный процесс коагуляции, при котором коллоиды переходят из состояния геля в золь. Пептизация происходит при воздействии растворов щелочных солей. Например, под влиянием одновалентного катиона натрия наблюдаются усиленная гидратация коллоидов и переход их в состояние золя. При пептизации почвенных коллоидов разрушается ценная структура и ухудшаются свойства почвы. Так, столбчатый горизонт солонцовых почв, насыщенный гидратированными катионами натрия, во влажном состоянии набухает, а при высыхании растрескивается на крупные отдельности.

Роль коллоидов в почве исключительно велика, от содержания коллоидов фракции зависят связность, водопроницаемость, буферность и другие свойства почвы.

Академик К.К. Гедройц выделил виды поглонительной способности почв: механическую, биологическую, химическую, физическую и физико-химическую.

Механическая поглонительная способность – свойство почвы задерживать в своих порах частицы из фильтрующихся суспензий. Зависит от гранулометрического состава и сложения почвы. Глинистые и суглинистые почвы поглощают даже тонкодисперстные частицы. У песчаных почв рыхлое крупнопористое сложение, поэтому они слабее поглощают взвешенные частицы.

Биологическая поглонительная способность обусловлена избирательным поглощением растениями и микроорганизмами необходимых для их жизни элементов (N, P, K и др.). Усваиваемые ими растворимые соединения превращаются в белковые вещества, нуклеиновые кислоты, клетчатку и другие компоненты живых тканей. Благодаря биологическому поглощению почва систематически обогащается органическим веществом, азотом и зольными элементами питания. При этом значительно уменьшается геохимический слой внесенных в почву минеральных удобрений.

Химическая поглонительная способность связана с образованием нерастворимых в воде соединений.

Физическая поглонительная способность наблюдается при концентрации молекул на поверхности почвенных частиц.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) – это вся сумма органических и минеральных коллоидов почвы вместе с поглощенными ими ионами. Из минеральных почвенных отрицательно заряженных коллоидов в ППК входят группа глинистых минералов (монтмориллонит, коолинит и др.), гидраты оксидов кремния, марганца. Гидраты оксида железа и оксида алюминия относятся к амфолитоидам: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной среде отрицательно. Органические почвенные коллоиды представлены гумусовыми веществами, имеют отрицательный заряд.

Величина ППК в различных почвах зависит от их гранулометрического, минералогического состава, от содержания гумуса.

Почвенный раствор – это жидкая фаза почвы вместе с растворенными в ней веществами. Концентрация почвенного раствора зависит от почвообразующих пород и климатических условий. Слабоминерализованный почвенный раствор характерен для тундровых, подзолистых, серых лесных почв, черноземов и красноземов; более минерализованы каштановые, бурые полупустынные почвы и сероземы, сильно минерализованы солонцы, солончаки.

Низкая концентрация почвенного раствора характерна для почв северных и центральных областей России (в 1 л почвенного раствора менее 2 г солей), южные засоленные почвы имеют в 1 л почвенного раствора от 5 до 100 г солей.

Почвенный раствор – основной источник питания растений, образование почвенных горизонтов связано с передвижением и концентрацией почвенного раствора. Состав и концентрацию почвенного раствора можно регулировать с помощью различных приемов агротехники.

Контрольные вопросы

1. Что называется коллоидами и какими свойствами они обладают?
2. Чем характеризуется почвенный поглощающий комплекс?

1.2.7. Кислотность почв

Кислотность почв обусловлена присутствием в них обменного водорода и обменного алюминия. Источником иона водорода в почвах являются соли алюмосиликатов. В почвах различают два вида кислотности: актуальную и потенциальную.

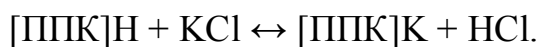
Актуальная кислотность обусловлена присутствием в почвенном растворе свободных ионов в форме H^+ и OH^- . Она определяет реакцию почвенного раствора и характеризуется величиной pH, представляющей собой отрицательный логарифм активности водородного иона. По величине pH почвы делятся на следующие группы:

- сильнокислые – 3 – 4 pH;

- кислые – 4 – 5,5 рН;
- слабокислые – 5,5 – 6,5 рН;
- нейтральные – 7 рН;
- щелочные – 7 – 8 рН;
- сильнощелочные – 8 рН.

Определение рН почвенного раствора имеет огромное значение, так как именно актуальная кислотность почв определяет жизнедеятельность микроорганизмов и условия существования растений.

Потенциальная кислотность показывает суммарное содержание кислот и кислотных агентов в данной почве. Эта форма кислотности определяется путем титрования почвенного раствора раствором щелочи определенной концентрации. Образование кислоты в почве может идти по следующей схеме:



Калий нейтральной соли вытесняет из ППК водород, который, вступая в реакцию с ионом хлора, образует соляную кислоту.

Различают две формы потенциальной кислотности (в зависимости от характера вытеснения): обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность обнаруживается при взаимодействии твердой фазы почвы с нейтральными солями. При этом водород или алюминий вытесняются из ППК катионом нейтральной соли. Появление в растворе обменных алюминия и водорода сообщает раствору кислую реакцию. Образующаяся соляная кислота характеризует обменную кислотность.

Гидролитическая кислотность показывает максимально возможное количество водорода и алюминия, находящихся в обменном состоянии в почве. Она определяется при обработке почвы ацетатом натрия (CH_3COONa), который создает щелочную среду и тем самым способствует более полному вытеснению поглощенного водорода.

Улучшение свойств почв и снижение почвенной кислотности достигаются внесением в почву иона Ca^{2+} в форме извести, молотого известняка, мела и других удобрений. При внесении извести (по рН) нейтрализуется обменная кислотность почвы. Дозы извести (т/га), приведены в табл. 2.

Таблица 2

Дозы внесения извести

Механический состав почв	рН солевой вытяжки					
	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
Суглинки легкие, супеси, т/га	4	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Суглинки средние и тяжелые, т/га	6	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Для известкования кислых почв питомников рекомендуется вносить $\frac{2}{3}$ дозы, установленной по рН, или половину доз, вычисленных по гидролитической кислотности почвы.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют формы кислотности почв?
2. Как снижают кислотность почв?

1.2.8. Щёлочность почв

Различают актуальную и потенциальную щелочность почв. Актуальная щелочность – это щелочность почвенного раствора, возникающая под влиянием гидролитически щелочных солей, например соды или бикарбоната кальция. Потенциальная щелочность обнаруживается у почв, содержащих в почвенном поглощающем комплексе натрий. Она характерна для солонцеватых и засоленных почв и определяется реакцией с образованием соды.

Борьба со щелочностью проводится гипсованием почв. Сернокислый натрий водорастворим, легко вымывается. Входящий в почвенный комплекс Ca^{2+} улучшает свойства почв.

Доза гипса (Д, т/га), нужная для замещения избыточного количества обменного Na^+ в почве, определяется по следующей формуле:

$$Д = 0,086 (\text{Na} - 0,05T) Hd,$$

где Na – содержание обменного Na, мг-экв на 100 г почвы;

T – емкость поглощения, мг-экв на 100г;

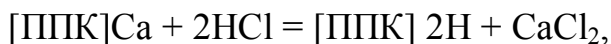
H – глубина пахотного слоя, см;

d – объемная плотность почвы пахотного слоя;

0,086 – 1 мг-экв $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, г.

Для снижения щелочности солонцов применяют суперфосфат, сульфат аммония, навоз.

Буферность почв – это свойство почвы поддерживать постоянную реакцию почвенного раствора. Буферность зависит от химического состава почвы и емкости поглощения, состава поглощения катионов и свойств почвенного раствора. Если в почву влить немного соляной кислоты, то можно ожидать подкисления почвенного раствора, однако этого не произойдет, так как



т.е. произойдет обменная реакция с образованием нейтральных солей. Если добавить щелочь, например соду, то и она также будет нейтрализована. Буферная способность почв тем выше, чем больше ее емкость поглощения. На буферные свойства почв оказывает большое положительное влияние бикарбонат кальция. Буферность – явление, которое обеспечивает более или менее постоянную концентрацию водородных и гидроксильных ионов в почве, что дает возможность растениям приспособиться к условиям среды.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют формы щелочных почв?
2. Что такое буферность почв?

1.2.9. Водный баланс почвы

Водный баланс – это совокупность всех видов поступления воды в почву и ее расходования из определенного слоя за конкретный промежуток времени. Водный баланс почв рассчитывают по результатам измерения приходных и расходных статей, выраженных в миллиметрах водного слоя.

При самом простом расчете особенно для длительных многолетних периодов в районах с установившимся климатом предполагается, что приход (П) воды равен ее расходу (Р) из почвы, ЗВ – запас влаги. Однако в природе, особенно для кратковременных периодов, такое положение сохраняется редко, так как из года в год колеблется как количество влаги, поступающей в почву, так и ее расход. Например, в жаркое сухое лето количество влаги, поступающей в почву, уменьшается, а испарение с поверхности почвы, транспирация и десукция (отсасывание воды корнями из почвы) увеличиваются. Недостающая влага берется растениями из почвенных запасов. И, наоборот, во влажные годы расход может быть меньше прихода, и тогда запасы влаги в почве пополняются. Этот же процесс повторяется и по временам года. Весной происходит накопление воды, которая постепенно расходуется в летний период. Поэтому для расчета баланса может быть использована формула

$$П = Р \pm ЗВ.$$

Наиболее крупными статьями прихода влаги на какой-либо участок можно считать атмосферные осадки, достигшие поверхности почвы ОС, приток влаги из грунтовых вод ВГ, поступление воды с навеваемым снегом С, боковой приток воды по поверхности почвы БВ, приток внутрисочвенной влаги (почвенной верховодки) ВП.

Наиболее крупными статьями расхода влаги являются испарение влаги из почвы ИП, испарение влаги осадков, задержанных кронами деревьев ИК, испарение с лесных подстилок ЛИ, отсасывание воды корнями на транспирацию растений (десукция) Д, сток поверхностный СТ, сток внутрисочвенный СТВ, отток влаги в грунтовые воды ОТ. При наблюдениях учитывается запас влаги в начале наблюдений ЗВН и запас влаги в почве в конце наблюдений ЗВК.

Для плоских участков или средних частей ровных склонов с глубоким залеганием грунтовых вод приток и отток воды одинаковы. Учитывая, что физическое испарение с поверхности растений, лесной подстилки и поверхности почвы равно суммарному испарению (ИФ), водный баланс почв будет выглядеть следующим образом:

$$ОС = ИФ + Д \pm ЗВ.$$

Формула водного баланса может меняться в зависимости от климатических условий, местоположения участка, типа растительности и других условий. Она используется для количественного выражения использования влаги под различными типами растительности, изучения их влияния на водный режим почв, выявления водорегулирующей роли тех или иных культур и насаждений, определения их потребности во влаге.

Сопоставляя данные прихода и расхода влаги, можно сделать вывод: если в почву поступает влаги больше, чем ее расходуется, значит, избыточная влага пополняет запасы грунтовой воды, и наоборот.

Поскольку водный баланс в различных условиях складывается по-разному, соотношение между приходными и расходными статьями меняется, меняются и типы водного режима.

Промывной (пермацидный) тип водного режима характеризуется ежедневным промачиванием почвы до грунтовых вод. Он распространен на территориях, где осадки превышают испарение, т.е. частное от их деления больше единицы:

$$OC > ИФ + Д + ЗВ, \text{ или } OC / ИФ + Д = 1.$$

Такое соотношение характерно для южной части лесостепной, степной и пустынной зон. Ниже капиллярно-подвешенной влаги сохраняется горизонт с постоянным увлажнением, близким к влажности устойчивого завядания растений, за что профессор Г. Н. Высоцкий назвал его «мертвым» горизонтом.

Выпотной (экссудативный) тип водного режима характерен для территорий с преобладанием расхода влаги над осадками. Такой режим наблюдается в поймах рек и на территориях с близким залеганием грунтовых вод от поверхности почв в степных и полустепных районах.

В этом случае

$$OC > ИФ + Д + ЗВ, \text{ или } OC / ИФ + Д < 1.$$

Сопоставляя годовые суммы осадков и годовые величины испаряемости, Г. Н. Высоцкий дал приближение значения коэффициента увлажнения для лесной зоны – 1,33, лесостепной – 1,0, степной черноземной – 0,67, зоны сухих степей – 0,33.

Академик А. А. Роде, развивая учение Г. Н. Высоцкого, выделил еще три типа водного режима:

- мерзлотный тип водного режима, когда на слое вечной мерзлоты образуется верховодка;
- периодически-промывной тип водного режима, когда влага не каждый год достигает поверхности грунтовых вод;
- десуктивно-выпотной тип, когда корни растений, перехватывая влагу из капиллярной каймы грунтовых вод, создают условия, при которых расходная часть водного баланса становится больше приходной.

Контрольные вопросы

1. Как определяется водный баланс почвы?
2. Какие типы водного режима существуют?

1.2.10. Воздухопроницаемость и тепловые свойства почвы

Почвенный воздух – один из факторов жизни растений. Кислород воздуха необходим для прорастания семян, дыхания корней растений, почвенных микроорганизмов, реакций окисления минеральных и органических веществ. Недостаток кислорода ослабляет дыхание, обмен веществ, снижается доступность питательных веществ, ухудшаются физические свойства почвы.

В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным больше углекислого газа, меньше кислорода. Оптимальное количество кислорода в почвенном воздухе – 20 %. Углекислый газ имеет большее значение, при его высоком содержании замедляется развитие растений, но углекислый газ необходим для фотосинтеза (от 38 до 72 % углекислого газа доставляется растению из почвенного воздуха при «дыхании» почвы).

Количество воздуха в почве и его состав зависят от её воздухоёмкости, воздухопроницаемости. Воздухоёмкость – способность почвы содержать в себе определенное количество воздуха, зависит от пористости почвы. Чем выше пористость и влажность почвы, тем больше воздухоёмкость. На воздухоёмкость влияют гранулометрический состав и структура почвы. Чем структурнее почва, тем больше в ней крупных некапиллярных пор, свободных от воды, выше влагоемкость.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Чем полнее она выражена, тем лучше происходит газообмен. Зависит она от гранулометрического состава почвы, её структурности и некапиллярной порозности (объема пор между агрегатами).

Аэрация, или газообмен почвенного воздуха, определяет воздухопроницаемость почвы. Вследствие различия парциального давления газов (диффузии) происходит перемещение молекул. Динамика кислорода и углекислого газа почвенного воздуха зависит от типа почвы, её физических и биологических свойств, химического состава, времени года, погодных условий, использования земель. Регулирование воздушного режима достигается агротехническими и мелиоративными приемами.

Теплопоглощательная способность – свойство почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Показатель теплопоглощательной способности связан с величиной альбедо. Альбедо – это отношение количества отраженной лучистой энергии к количеству энергии, поступающей на Землю, выраженное в процентах. Альбедо идеально отражающей поверхности – 100 %, абсолютно черного тела – 0 %. Альбедо составляет: снег – 88–91 %, чернозем сухой – 14 %, серозем сухой – 25–30 %, песок желтый или белый – 34–40 %.

Теплоемкость – это способность почвы удерживать тепло. Удельная теплоемкость – количество тепла в джоулях, необходимое для нагревания 1 г сухой почвы на 1°C. Объемная теплоемкость – количество тепла в джоулях, затраченное для нагревания 1 см³ почвы в сухом состоянии на 1°C. Теплоемкость почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава, от содержания в почве воды и органического вещества.

Теплопроводность – способность почвы проводить тепло, она измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит в 1 с через 1 см² почвы слоем в 1 см. Теплопроводность различна: у кварца – 0,00984, гранита – 0,03362, воды – 0,00557, воздуха – 0,00025 Дж/см² в 1 с. Чем крупнее механические элементы, составляющие почву, тем больше ее теплопроводность.

Каждый тип почв характеризуется определенной динамикой температур в течение вегетационного периода и на различной глубине. Тепловой режим определяется совокупностью явлений поглощения, передвижения и отдачи тепла на разной глубине почвы и в разные периоды.

Тепловой баланс почвы складывается из радиационного баланса (T_6), состоящего из поступающей солнечной радиации, а также отраженной и излученной радиации, турбулентного потока тепла, связанного с теплообменом между поверхностью почвы и воздухом (T_k), тепла, затрачиваемого на физическое испарение и транспирацию воды (T_t), теплообмена между слоями почвы (T_n):

$$T_6 + T_k + T_t + T_n = 0.$$

В зависимости от теплового режима выделяют несколько типов почв.

Мерзлотный тип распространен в Европейской полярной и Восточно-Сибирской мерзлотно-таежных областях. В зоне вечной мерзлоты температура профиля почвы отрицательная, замерзание доходит до многолетнемерзлотных пород.

Длительно сезоннопромерзающий тип характерен для областей с преобладанием положительной среднегодовой температуры почвенного профиля, промерзание – на глубину до 1 м, но до многолетнемерзлотных пород не доходит.

Сезоннопромерзающий тип отличается положительной годовой температурой; вечная мерзлота отсутствует, промерзание почвы продолжается не более 5 месяцев.

Непромерзающий тип почв характерен для южных районов.

Регулирование теплового режима обеспечивается различными приемами: агротехническими (прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование), агрометеорологическими (орошение, осушение, лесные полосы, борьба с засухой), агрометеорологическими (борьба с заморозками, меры по снижению излучения тепла из почвы).

Контрольные вопросы

1. Как характеризуется почвенный воздух?
2. Какие выделяют типы теплового режима почв?

1.2.11. Плодородие почв. Элементы питания растений

Плодородие – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, воздухе и тепле для нормального роста и развития. Уровень плодородия почвы определяется её свойствами:

1) химический состав и физико-химические свойства (высокое содержание гумуса и доступных для растений форм азота, фосфора, калия и других питательных элементов, близкая к нейтральной реакция среды, насыщенность кальцием, низкое содержание поглощенного водорода, отсутствие поглощенного натрия, избытка легкорастворимых солей);

2) физические свойства (агрономически ценная водопроточная зернистая или комковатая структура, высокая порозность для аэрации, хорошая впитывающая и водоудерживающая способность);

3) благоприятный агротермический режим, обеспечивающий теплом и влагой оптимальное развитие растений в течение всего вегетационного периода;

4) биологические свойства (высокий уровень микробиологической активности различных групп микроорганизмов, создающий условия для процессов гумификации и мобилизации элементов питания растений в доступной им форме).

Выделяют следующие виды плодородия:

- естественное (природное) – характерно для целинных земель и определяется биологической продуктивностью (количество растительной массы, создаваемой за год на единицу площади);

- искусственное – создается в результате обработки, внесения удобрений, мелиорации и других приемов по окультуриванию почвы;

- экологическое (эффективное) – создается в результате совместности естественного и искусственного плодородия, которые измеряются величиной урожая.

Необходимые для развития растений химические элементы питания представлены в табл. 3.

Таблица 3

Почвенные элементы питания, необходимые для роста растений

Элемент питания	Как проявляется недостаток элемента	Источники элемента питания	В каком виде поступает из почвы
1	2	3	4
Макроэлементы			
Азот находится в составе белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла	Замедляются рост и развитие растений, листья становятся светло-зелеными	Соли азотной кислоты и аммония, азотные удобрения	Анион NO_3^- , катион NH_4^+

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Фосфор находится в составе минеральных и органических веществ, нуклеиновых кислот	Листья растений приобретают красновато-фиолетовый оттенок	Фосфорные удобрения	Фосфатион
Калий усиливает синтез органических веществ, переводит простейшие сахара в углеводы	Происходит омертвление крайних частей листьев	Калийные удобрения	Катион K^+
Кальций необходим для роста корней и образования хлоропластов, он уменьшает кислотность почв, его используют для известкования	На листьях образуются коричневые пятна, они желтеют и отмирают	Кальций	Катион Ca^{2+}
Магний активирует ферментативную деятельность, влияет на окислительно-восстановительные процессы, входит в состав ферментов	Между жилками растений образуются пятна	Магниевого удобрения	Катион Mg^{2+}
Железо входит в состав ферментов	Хлороз растений	Железный купорос	Катион Fe^{2+} , катион Fe^{3+}
Сера входит в состав белков и масел	Пожелтение листьев	Сернокислые соли	Анион SO_4^{2-}
Микроэлементы			
Марганец входит в состав ферментов	Хлороз растений	Марганец	-
Медь необходима для развития листьев	Хлороз растений; не образуются семена	Медные удобрения	-
Цинк способствует образованию завязи, росту и развитию растений	Снижение урожая	Сульфат цинка	-
Молибден необходим для синтеза белка	Снижение урожая	Молибденово-кислый аммоний	-
Кобальт определяет деятельность клубеньков на корнях бобовых	Снижение роста бобовых культур	Сульфат кобальта	-

Контрольные вопросы

1. По каким показателям определяется плодородие почв?
2. В чем проявляется деятельность элементов питания, необходимых растениям?

1.2.12. Почвенные типы и зоны. Повышение плодородия почв

Почвы в природе возникают и развиваются в результате совокупного взаимодействия основных факторов почвообразования. При постоянном взаимодействии комплекса факторов почвообразования из рыхлой материнской породы формируются почвы, различающиеся скоростью и направлением отдельных процессов, характером поступления, разложения и синтеза органических веществ, водным, воздушным, тепловым и пищевым режимами.

Факторы почвообразования изменяются во времени и пространстве. При изменении факторов во времени происходит эволюция почв: меняется интенсивность процессов почвообразования, почва из одного состояния переходит в другое. При изменении факторов в пространстве, например на поверхности суши, образуется значительное разнообразие почв, соответствующих совокупному влиянию природных условий.

Все многообразие почв в природе может быть разделено на группы, сходные по происхождению, важнейшим признакам и свойствам. Такое разделение входит в задачу классификации почв. Слово «классификация» произошло от латинских слов *classis* (разряд, группа) и *facere* (делать). Первая генетическая классификация была предложена В.В. Докучаевым в 1879 г., а в 1889 г. опубликована. Современная классификация основана на учении В.В. Докучаева и строится на научной системе таксономических единиц, учитывает признаки и свойства, приобретенные в результате хозяйственной деятельности людей, отражает производительные особенности почв, способствуя их рациональному использованию.

Основной единицей современной классификации является генетический тип, объединяющий большую группу почв, характеризующихся единством природных условий и ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

В Российской Федерации преобладают почвы следующих типов: тундровые глеевые, подзолистые, болотные, серые лесные, черноземы, каштановые, сероземы, солонцы, красноземы и желтоземы. Более мелкие единицы классификации – подтипы, роды, виды, разновидности и разряды относят к систематике почв.

Подтип почвы – это группа в основном типе почв, которая имеет признаки и свойства как основного, так и налагающегося почвообразовательного процесса.

Род почвы определяется комплексом местных особенностей: материнской породой, составом грунтовых вод, особенностями древнего почвообразования, характером вымывания тех или иных элементов, степенью развитости почвенного профиля.

Вид почвы определяется по степени выраженности одного или нескольких сопряженных процессов почвообразования, *разновидность* –

по механическому составу верхних горизонтов, *разряд* – по материнским и подстилающим породам.

На основе классификации составлен номенклатурный список почв. Номенклатурой почв называют правила, по которым составляется название почвы. При названии почв на первое место ставят генетическую часть, на второе – механический состав верхних горизонтов почв и на последнее место – название материнской породы и ее механический состав. Номенклатурный список используется при картировании почв.

Распространение почв на территории Российской Федерации подчиняется закону горизонтальной, или широтной, зональности на равнинах и вертикальной – в горах. Впервые этот закон был установлен В.В. Докучаевым. Почвенные зоны в России имеют широтное простираие и сменяют друг друга с севера на юг в соответствии с изменением основных условий почвообразования. Почвенные зоны, встречающиеся на территории России, различны. Одни – сплошные и занимают большую площадь, другие – прерывистые и небольшие.

В пределах каждой зоны выделяют более или менее однородные районы и провинции, которые служат основой районирования почв. Кроме зональных, существуют интразональные почвы, встречающиеся пятнами, полосами во всех почвенных зонах страны.

Органическое вещество почвы в значительной степени определяет ее плодородие, поскольку в его составе содержатся все необходимые элементы питания для растений в наиболее удобных для них соединениях. При разложении органическое вещество служит источником зольного питания растений и особенно азота. В присутствии органического вещества образуется почвенная структура, обеспечивающая наилучший водный, воздушный и тепловой режимы почв. При взаимодействии перегнойных кислот с минеральной частью почвы освобождается значительное количество элементов питания. Гумусовые кислоты участвуют в биологическом выветривании, в формировании почвенного профиля, образовании структуры. Они долго сохраняют элементы питания, стимулируют рост корней и способствуют развитию микроорганизмов, увеличивая интенсивность биологического круговорота веществ.

Растения требуют от почвы достаточного количества влаги и элементов питания, лучше растут на почвах с большим содержанием гумусовых веществ, богатых различными видами микроорганизмов. Поэтому регулирование содержания органического вещества в почвах – важнейшее условие повышения почвенного плодородия и урожая растений.

Приемы регулирования процессов накопления и разложения органических веществ связаны с хозяйственным воздействием человека на почвы. На огромных территориях производят вспашку, при этом улучшается аэрация почв, развиваются аэробные типы разложения органических веществ, выделяются гуминовые кислоты, способствующие образованию

почвенной структуры, и одновременно освобождается значительное количество элементов питания. Те же процессы протекают при осушении на болотах.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о почвенной классификации.
2. Какова общая закономерность распространения почв в природе?
3. Как повысить плодородие почв?

2. ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

2.1. Факторы жизни растений

Растения в процессе роста, развития и создания урожая требуют постоянного и в необходимом количестве притока факторов (условий) жизни двоякого рода: космических и земных. К космическим факторам относят свет и тепло, к земным – диоксид углерода атмосферы, кислород, воду, азот, фосфор, калий, кальций и другие зольные элементы.

Космические факторы жизни растений, по существу, не регулируются в земледелии. Оно должно прежде всего создавать оптимальные условия обеспечения растений земными факторами жизни.

Органическое вещество урожая создается из диоксида углерода атмосферы, воды и минеральных солей почвы. Этот процесс осуществляется с помощью зеленых растений при участии энергии солнца.

В дальнейшем ходе процесса из простых соединений образуются сложные органические, состоящие из углерода, кислорода и водорода. На долю этих элементов приходится 94 % сухого вещества растений, причем углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45 %, кислород 42 и водород 7 %. Оставшиеся 6 % сухой массы урожая приходятся на долю азота (около 1 %) и зольных элементов (около 5 %). Общая продуктивность растения, накопление им сухой массы зависят от обеспечения его этими элементами.

Азот вместе с углеродом, кислородом и водородом образует группу элементов, называемых органогенами.

Важнейшие зольные элементы, без которых невозможны рост и развитие растений, – фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо (макроэлементы). Как правило, содержание этих элементов в растении колеблется от сотых долей процента до нескольких процентов.

Растениям необходим в крайне незначительных количествах еще и ряд микроэлементов: марганец, молибден, бор, медь, кобальт, цинк, фтор и др. Содержание их в растении составляет тысячные – стотысячные доли процента.

В отличие от космических земные факторы жизни растений используются ими через почву. Она может лучше или хуже передавать растениям имеющиеся в ней или внесенные питательные вещества и воду. В экстенсивном земледелии, как известно, почва была единственным источником воды и питательных веществ. Длительность и эффективность использования почвы в земледелии определялись величиной ее естественного плодородия. Как только она переставала обеспечивать растения в достаточной степени земными факторами жизни, ее исключали из обработки и предоставляли действию природных процессов.

Контрольные вопросы

1. Что такое факторы жизни растений?
2. Как группируются факторы жизни растений?

2.2. Законы научного земледелия

Внешняя среда должна соответствовать потребностям культурных растений. И чем полнее они удовлетворяются, тем выше урожайность возделываемых культур. Потребности каждого вида и даже сорта сельскохозяйственных растений определяются их генетической наследственностью. Поэтому необходимо глубокое изучение и соблюдение всех законов земледелия.

Закон автотрофности зеленых растений состоит в том, что зеленые растения, используя солнечную энергию и поглощая из воздуха диоксид углерода, а из почвы минеральные вещества и воду, синтезируют все необходимые им органические вещества. Этот закон объединил две теории: фотосинтеза и минерального питания растений.

Закон незаменимости факторов жизни растений сформулирован В. Р. Вильямсом: «Ни один из факторов жизни растений не может быть заменен никаким другим». Согласно этому закону, например, отсутствие влаги в почве в период весенней засухи не может быть заменено возрастающей солнечной радиацией, посевы все равно погибнут. Этот закон следует принимать как аксиому, определяющую функционирование зеленых растений. В земледелии этот закон проверен и подтвержден многовековой практикой: получить урожай удастся только при обеспечении растений всеми факторами жизни одновременно.

Закон равнозначимости факторов жизни растений — следствие предыдущего закона и в редакции В.Р.Вильямса гласит: «Все факторы жизни растений безусловно равнозначимы». Важно подчеркнуть, что этот закон имеет в виду не количественную, а качественную физиологическую равнозначимость факторов. Например, по физиологическому влиянию на растение и вода и фосфор равнозначимы. Но удовлетворить потребность культурных растений в воде (примерно 2000–3000 т/га) значительно сложнее, чем потребность в P_2O_5 (не более 0,5–1,0 ц/га).

Закон минимума был впервые сформулирован Ю. Либихом. В редакции А. Демолона он излагается так: «Величина полученного урожая определяется тем элементом или (в более общей форме) фактором роста, который находится в наименьшем количестве по отношению к потребностям растений». Это означает, что если из всех факторов жизни один находится в наименьшем необходимом для растений количестве, то он и определяет величину конечного урожая.

Закон оптимума был установлен на основе многочисленных экспериментов и впервые сформулирован Ю. Саксом. Сущность этого закона заключается в следующем: «...наиболее высокий урожай может быть получен при оптимальном наличии фактора, а по мере увеличения или уменьшения последнего урожай последовательно снижается». Если снижение урожая с уменьшением фактора очевидно, то падение урожая при чрезмерном увеличении фактора часто обуславливается его депрессивным влиянием на культуру или антагонизмом к другому фактору. Например, внесение повышенных норм удобрений увеличивает токсичность почвенного раствора для корневых систем растений, а чрезмерное увлажнение сопровождается почти полным вытеснением воздуха из почвы.

Закон совокупного действия факторов жизни растений был установлен В. Р. Вильямсом. В редакции С. А. Воробьева он формулируется так: «Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо одновременное наличие и приток всех факторов жизни растений в оптимальном соотношении». Из этого закона следуют важные положения для практики земледелия. Высокой эффективности в земледелии нельзя достигнуть одним сильным агрономическим приемом или даже несколькими разрозненными приемами. Высокая и устойчивая урожайность культур достижима только при реализации всего комплекса агротехнических мероприятий и в оптимальные сроки.

Закон возврата на основе анализа многих исторических факторов был обоснован Ю. Либихом в книге «Химия в приложении к земледелию и физиологии» (1840). Сущность закона возврата состоит в следующем: все элементы минерального питания, используемые сельскохозяйственными растениями из почвы и потому отчуждаемые с урожаем, необходимо полностью возвращать с вносимыми удобрениями.

Закон возрастания плодородия почвы. Глубокие и обширные исследования, выполненные в XIX–XX веках рядом отечественных ученых (В. И. Вернадский, В. Р. Вильямс, Б. Б. Полынов и др.), убедительно доказали, что биологические процессы способствуют увеличению запасов солнечной энергии в форме органических веществ и накоплению биогенных элементов в почве, а также изменению условий жизнедеятельности растений и микроорганизмов в более благоприятную сторону. Так, классическими исследованиями А. П. Виноградова установлено, что жизнедеятельность зеленых растений увеличивает содержание в почве углерода в 20 раз,

азота в 10 раз, а также P, K, S и других элементов минерального питания в сравнении с содержанием их в земной коре.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо знать законы земледелия?
2. В чем заключается воспроизводство плодородия почвы?

2.3. Понятие о системах земледелия

Возделывание земли для выращивания различных сельскохозяйственных культур уходит в глубокую древность. Для получения большого количества растениеводческой продукции земледелец применял различные приемы, способы как в выращивании культур, так и в использовании земли, которые сокращенно определяются, как системы земледелия.

Выдающийся российский ученый А. В. Советов (1826 – 1901) предложил называть системами земледелия «разные формы, в которых выражается тот или другой способ землевозделывания».

В настоящее время под системами земледелия понимают «комплекс взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных, почвозащитных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на повышение плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур» (ГОСТ 16265–89).

Формирование систем земледелия определяется следующими факторами:

- 1) природно-климатическими условиями территории;
- 2) социально-экономическими отношениями;
- 3) состоянием науки и уровнем её влияния на производственные отношения;
- 4) плотностью народонаселения в конкретном регионе.

В связи с этим на территории России, как и в других странах, существуют разные системы земледелия.

По реализуемой возможности использования земли и способности воздействия на нее все системы земледелия характеризуются следующими важнейшими признаками: соотношением видов земельных угодий (пашня, луг, лес) на данной территории, структурой посевных площадей по группам (видам) культур и паровым полям, способом поддержания и восстановления плодородия почвы, соответствующим природным условиям, общественным и производственным отношениям.

Обобщая эти признаки, можно сказать, что использование земли и повышение плодородия почвы тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Как только изменяется способ использования земли, сразу возникает необходимость изменения способа поддержания плодородия почвы и наоборот.

На основе рассмотренных признаков группируются и классифицируются разные виды систем земледелия.

Из современных систем земледелия рассмотрим зональные, адаптивно-ландшафтные и альтернативные системы.

Зональные системы в отличие от других (переходные, интенсивные) характеризуются тем, что при их разработке во внимание принимались местные (а не региональные) почвенно-климатические условия, экономическое состояние хозяйства, особенности организации производства, состояние материально-технической базы и другие особенности.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия основаны на дифференциации земледелия в соответствии с ресурсами территории и адаптивными возможностями сельскохозяйственных растений. Такое согласованное и взаимообуславливающее взаимодействие этих объектов трансформирует агроландшафт в природно-экономическую категорию до уровня агроэкосистемы.

Альтернативные системы земледелия более заметно стали формироваться в начале 80-х годов позапрошлого века в Западной Европе (впервые обозначились в конце XIX в. в России), когда мощное техногенное и химическое воздействие усиливало деградацию почв и быструю утрату ими плодородия. Сущность этих систем земледелия, имеющих разные названия (органическая, зеленая) и различающихся лишь отдельными признаками, состоит в более широком использовании природных процессов в повышении плодородия (посев многолетних трав, употребление сидератов, оставление части пашни в залежь), в сокращении механического воздействия на почву (в том числе минимализация обработки почвы), применении органических удобрений, биологических и агрофитоценологических мер борьбы с вредными организмами, в ограничении или даже полном отказе от минеральных удобрений и т.п. Понижение урожая на 10–20 % и снижение производительности труда на 25–30 % в таких системах компенсируются повышением (на 40–60 % и более) рыночной цены получаемых продуктов. К началу текущего столетия альтернативные системы земледелия использовались в 1,5–2 % фермерских хозяйств Западной Европы.

Контрольные вопросы

1. Что такое система земледелия?
2. Какими факторами определяются системы земледелия?
3. Какие современные системы земледелия существуют?

2.4. Севообороты

Возделывание сельскохозяйственных культур при вынужденной ежегодной или периодической их смене друг за другом на полях, как это издавна было замечено земледельцами, часто способствовало повышению величины и качества получаемой продукции. Позднее такая смена культур

на пахотных землях или по отдельным полям стала традицией в земледелии и трансформировалась в севооборот.

Севооборот – это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории или только во времени.

Культуры, возделываемые в севообороте, могут следовать друг за другом в различающихся последовательностях. Это не противоречит севообороту, но каждый вариант чередования культур должен быть, во-первых, агротехнически обоснован, а во-вторых, экономически целесообразен и выгоден для хозяйства. Отвечающий этим условиям любой такой «перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте» (ГОСТ 16265–89) называют *схемой севооборота*.

Допустим, хозяйство, придерживаясь агротехнически и хозяйственно обоснованного чередования, планирует возделывать в севообороте культуры в такой последовательности: 1) смесь вики с овсом на сено; 2) озимая пшеница; 3) картофель поздний; 4) ячмень. Этот перечень в указанной последовательности и есть схема конкретного севооборота.

Однако даже в сравнительно однородном по почвенно-климатическим условиям регионе многие хозяйства в зависимости от специализации и в соответствии с экономическими обоснованиями обычно возделывают разные культуры, набор которых может быть весьма обширен. В связи с этим сходные по биологии, агротехнике, требованиям к условиям жизни и по последующему влиянию на плодородие почвы эти сельскохозяйственные культуры и паровые поля можно условно объединить в следующие, иногда викарирующие (замещающие) группы полей и культур:

- *пары* чистые и занятые;
- *озимые зерновые* – рожь, пшеница и ячмень;
- *яровые зерновые* – пшеница, овес, ячмень;
- *зернобобовые* – горох, чечевица, соя и т.п.;
- *крупяные* – гречиха, просо, сорго и т.п.;
- *прядильные* – лен-долгунец, конопля и т.п.;
- *пропашные* – кукуруза, кормовая и столовая свекла, картофель и т.п.;
- *технические пропашные* – сахарная свекла, подсолнечник, хлопчатник и т.п.;

- *однолетние травы* – смесь вики с овсом, смесь гороха с овсом, сераделла, суданская трава, райграс однолетний и др.;

- *многолетние травы* – клевер, люцерна, смесь клевера лугового и тимopheевкой луговой и др.

Такая хотя и нестрогая группировка позволяет для краткости и обобщения чередования культур, рекомендуемых, например, научными учреждениями для хозяйств конкретного региона, в схеме севооборота указывать не название конкретной культуры, а лишь название соответствующей группы. Так, в приведенном выше примере схема севооборота может быть представлена в таком сокращенном виде: 1) вико-овсянная смесь; 2) озимые

зерновые; 3) пропашные; 4) яровые зерновые. Принявшее эту схему хозяйство, расположенное в нечерноземной зоне, может в поле пропашных возделывать картофель, кормовую свеклу, кукурузу на силос и т.п.

В основе любого севооборота лежит принятая в хозяйстве структура посевных площадей, которая выражает (в процентах или гектарах) соотношение величин посевных площадей, отводимых под каждую культуру или группу сходных культур. А структура посевных площадей определяется специализацией хозяйства (зерновое, овощеводческое, молочное животноводство и т.п.), государственным заказом, рыночным спросом, экономическими возможностями хозяйства, близостью перерабатывающих предприятий и т.п.

В каждом хозяйстве почвы различаются по гумусированности, мощности пахотного слоя, механическому составу и другим свойствам. Их объединяют по сходным качествам и отводят под соответствующие севообороты. Такую совокупность нескольких севооборотов, тесно увязанных между собой для решения с оптимальным эффектом экономических, социальных и агротехнических задач данного хозяйства, называют системой севооборотов.

Разнообразие почвенно-климатических условий России, цели и задачи каждого хозяйства, видовой, сортовой состав возделываемых культур, особенностей их биологии, агротехники возделывания и многие другие обстоятельства определяют многообразие севооборотов, которые осваиваются хозяйствами.

Все севообороты классифицируют по двум важнейшим признакам:

- 1) по хозяйственному назначению, определяемому прежде всего видом основной продукции (зерно, техническое сырье, корма);
- 2) по соотношению отдельных групп культур, различающихся по биологии и технологии возделывания, и паровых полей.

Контрольные вопросы

1. Что такое севооборот?
2. Какие существуют типы полей и культур?
3. По каким признакам классифицируют севообороты?

2.5. Сорные растения и меры борьбы с ними

Встречающиеся в посевах растения, снижающие урожай возделываемых культур и ухудшающие качество получаемой продукции, называют сорными растениями, или сорняками. Однако в посевах одной культуры нередко произрастают растения других культурных видов. Так, в посевах гороха появляются всходы подсолнечника и т.п. Культурные растения, которые по каким-либо причинам находятся в посевах другой культуры, называются засорителями. Распространение и вредоносность засорителей сравнительно легко контролировать и полностью исключать в земледелии.

Сорные растения, обитая на полях и других сельскохозяйственных угодьях и буйно развиваясь, причиняют вред посевам различных культур. Вред, который наносят сорняки посевам, может быть как прямым, так и косвенным. Прямое неблагоприятное влияние сорняков выражается прежде всего в том, что они, перехватывая свет, влагу, элементы минерального питания, ухудшают условия жизни культур. Такие сорняки, как редька дикая, марь белая, ромашка непахучая, бодяк полевой, развивая мощную вегетативную массу и возвышаясь над посевом, затеняют культурные растения.

Биологические особенности сорных растений

1. *Высокая семенная продуктивность.* Если одно растение озимой пшеницы может образовать 100 – 150 семян, то одно растение василька синего – 6820, мари белой – 100 тыс., а дескурании Софии – 730 тыс. семян. Таким образом, даже несколько десятков сорняков на 1 га способны произвести такое количество семян, которое на следующий год вызывает массовое засорение посевов.

2. *Долговечность.* Если семена культурных растений сохраняют жизнеспособность несколько лет, то семена многих сорняков пребывают в почве десятилетиями. Так, жизнеспособность семян овсяга, мари белой, торицы обыкновенной составляет 5–7 лет, семян звездчатки средней (мокрицы), горчицы полевой, щирицы запрокинутой, донника лекарственного – 30 лет, а семян нивяника, щавеля курчавого, ослинника двулетнего – свыше 40 лет. Следовательно, однажды осыпавшиеся в почву семена сорняков служат источником засорения посевов на протяжении многих последующих лет.

3. *Глубина прорастания.* Находящиеся в пахотном слое семена и плоды сорняков лучше прорастают и образуют всходы с глубины не выше 4–5 см, чему способствуют быстрое прогревание почвы и большое количество кислорода и влаги в ней. Прорастание происходит и в более глубоких слоях, но из-за малого запаса в семенах и плодах пластических веществ проросток не достигает поверхности почвы и отмирает.

4. *Способность к распространению* с помощью семян и плодов у сорняков поразительна по своему многообразию. Например, семена одуваника лекарственного, осота полевого легко переносятся ветром на многие километры, обыкновенно цепляются за шерсть животных и оперение птиц специальными выростами, а семена метлицы полевой, василька синего, ситника лягушачьего распространяются поверхностными потоками вод. Семена и плоды могут расселяться вместе с почвой, налипающей на копыта животных и колеса орудий, с плохой очищенной мешкотарой и автотранспортом, с соломой, кормами и другими путями.

5. *Вегетативное размножение* преобладает над семенным у наиболее опасных и вредоносных многолетних сорняков. Даже небольшие обломки (длиной 3–5 см) их корневищ или корней способны воспроизвести самостоятельные растения, позднее образующие вокруг целые куртины побегов.

Так, на 1 га засоренных полей осот полевой в пахотном слое почвы формирует корни общей длиной 246 км с числом почек возобновления 8,3 млн штук, а пырей ползучий соответственно 1265 км и 55,5 млн штук.

6. *Специализация сорняков.* Многие сорные растения выработали приспособительные признаки, позволяющие им постоянно удерживаться в посевах. Так, плевел льняной настолько приспособился к посевам льна-долгунца, что растения сорняка очень сходны по внешнему облику (габитусу, морфологии) с культурой, а их семена при очистке трудно разделить. Аналогичные свойства выработали овсюг, засоряющий посева овса, ячменя и яровой пшеницы, куриное просо – в посевах проса и суданской травы, костер ржаной – в посевах озимой ржи и др.

На пахотных землях России встречается свыше 900 видов сорняков, из которых около 120 видов причиняют существенный вред культурам. Несмотря на разнообразие видов, ритмов развития, продолжительности жизни и вегетации, способов размножения, существуют общие меры борьбы с сорняками.

Физические меры заключаются в том, что сорняки (растения, семенные и вегетативные органы размножения) уничтожают путем изменения физического состояния среды их обитания или пребывания. Для этого применяют открытое пламя (выжигание стерни, огневой культиватор и т.п.), используют тепло для стерилизации почвы (горячий пар и т.п.), затопляют засоренные поля водой (например, введение в севооборот посевов риса), осушают территорию (избавление от многих влаголюбивых сорняков), покрывают поверхность почвы инертными мульчирующими материалами (солома, опилки, торф, черная полиэтиленовая пленка и т.п.), действуют токами высокой частоты.

Механические меры основаны на использовании преимущественно таких орудий, которые в процессе обработки почвы одновременно оказывают и механическое воздействие на сорняки (подрезание, вычесывание, присыпание землей и т.п.). Сюда следует отнести ручную прополку, мотыжение, срезание, скашивание и другие аналогичные приемы, основанные на механическом уничтожении или повреждении сорняков.

Химические меры базируются на использовании таких химических веществ, которые уничтожают сорняки (растения, органы вегетативного возобновления, плоды, семена и т.п.), не повреждая культуру. Такие вещества, называемые гербицидами, получили широкое распространение для борьбы с травянистой сорной растительностью не только на сельскохозяйственных угодьях, но и на других территориях.

Биологические меры борьбы основаны на использовании различных организмов или продуктов их жизнедеятельности для снижения обилия популяций отдельных и прежде всего наиболее вредоносных видов сорняков. Однако эти меры не нашли широкого применения в посевах. Причины

закljučаются в их пока низкой эффективности, сложной технологии выявления и размножения необходимых агентов и невозможности жесткого контроля за их расселением. В ряде случаев они могут сменить источник пищи и сильно повреждать культурные растения.

Фитоценоотические меры борьбы строятся на использовании более высокой в сравнении с сорными растениями конкурентной способности возделываемых культур.

Экологические меры заключаются в таком изменении преимущественно почвенных (эдафических) условий, которые наиболее полно отвечали бы требованиям культурных растений и оказывали отрицательное влияние на сорняки. Это выражается в изменении аэрации и влажности почвы, ее температуры и реакции, биологической активности и содержания элементов минерального питания и др.

Организационные меры состоят в реализации таких приемов, способов или видов работ, которые улучшают общее культурно-техническое состояние сельскохозяйственных угодий конкретной земельной территории или же косвенно содействуют этому. Такие меры повышают эффективность и производительность других мер борьбы в подавлении и уничтожении сорных растений.

Контрольные вопросы

1. Какие растения относятся к сорным?
2. В чем проявляются биологические особенности сорных растений?
3. Какие существуют меры борьбы с сорными растениями?

2.6. Научные основы обработки почвы

Механическая обработка почвы – важнейший элемент системы агротехнических мероприятий для выращивания сельскохозяйственных растений. Механическое воздействие рабочими органами машин и орудий на почву формирует в ней условия, наиболее благоприятные для произрастания сельскохозяйственных культур.

Механическая обработка характеризуется разнообразием и универсальностью воздействия не только на почву, но и на растение, создавая однородный (однородный) по плодородию пахотный слой, что способствует быстрому формированию развитой корневой системы с первых фаз роста. В процессе механической обработки любой части пахотного слоя, прежде всего посевного (0 – 10 см), в почве формируется оптимальное строение. Это обеспечивает мощное развитие и рост всходов культурных растений и предопределяет хорошее состояние стеблестоя посевов.

При механическом воздействии на почву уничтожаются вегетирующие сорняки и их проросшие семена, находящиеся в фазе «белой ниточки», гибнут личинки вредных насекомых, а развивающиеся на растительных остатках

фитопатогенные микроорганизмы лишаются благоприятных условий обитания. Кроме того, такая обработка способствует пополнению запасов почвенной влаги, сохраняя ее от бесполезного расходования в процессе физического испарения, а также успешно используется для удаления излишней влаги, одновременно улучшая воздушный и тепловой режимы почвы.

Механическая обработка – один из действенных факторов улучшения и регулирования минерального питания растений. При заделывании органических и минеральных удобрений в различные по глубине части пахотного слоя или при изменении интенсивности микробиологических процессов варьированием способов обработки почвы обеспечиваются наиболее оптимальные для культуры условия минерального питания.

Нельзя переоценить роль специальных приемов механической обработки в предотвращении развития водной и ветровой эрозии почв. По исследованиям ряда ученых, долевое участие обработки почвы в формировании урожая ряда культур колеблется от 3–12 % в благоприятные по условиям годы и возрастает до 26–60 % в экстремальных условиях.

Исходя из изложенного, можно кратко сформулировать следующие основные задачи обработки почвы:

- 1) придание пахотному и посевному слою почвы наилучшего строения, в том числе вследствие улучшения ее агрофизических свойств;
- 2) поддержание благоприятных водного, воздушного и теплового режимов почв;
- 3) регулирование питательного режима для растений как целевым размещением удобрений в почве, так и регулированием интенсивности микробиологических процессов;
- 4) уничтожение вредных организмов или снижение в пахотном слое их обилия до безопасного порога вредоносности;
- 5) заделка в почву на оптимальную глубину дернины трав, растительных остатков, удобрений, мелиорантов и других агрономически ценных материалов;
- 6) предотвращение развития и проявления эрозионных процессов в почве;
- 7) создание условий для увеличения мощности и окультуренности пахотного слоя почвы;
- 8) создание форм микрорельефа, обеспечивающего высококачественное проведение всех полевых работ от посева до окончания уборки культуры в оптимальные агротехнические сроки.

Контрольные вопросы.

1. Какие задачи решает обработка почвы?
2. Чем можно достичь улучшения качества обработки почвы?

3. ОСНОВЫ АГРОХИМИИ

3.1. Роль удобрений при выращивании растений

Минеральное питание – один из основных регулируемых факторов, который используют для целенаправленного управления ростом и развитием растений, получения высокого урожая хорошего качества. Важен строго дифференцированный подход к применению удобрений с учетом обеспеченности почв доступными формами минеральных элементов, а также других характеристик почвы и климата. Одновременное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений значительно повышает их эффективность, поэтому необходимо строго контролировать содержание элементов питания в почве и потребление их растениями. Применение удобрений должно сочетаться с высокой агротехникой. Д.И.Менделеев писал: «Я встаю против тех, кто печатно и устно проповедует, что все дело в удобрении, что, хорошо удабривая, можно и кое-как пахать».

Питание растений – это обмен веществ между растением и средой. Растение строит свой организм из определенных химических элементов, находящихся в окружающей среде. Основную массу питательных веществ всасывают молодые растущие участки корня. Корневая система сельскохозяйственных культур – это огромная поглощающая поверхность, которую сильно увеличивают корневые волоски в зоне всасывания. Основное количество элементов питания растения усваивают в форме катионов и анионов. Например, азот поглощается в основном в виде аниона NO_3 и катиона аммония NH_4 .

Для растений вполне доступны соединения, находящиеся в почвенном растворе, а также обменно-поглощенные почвенными частицами. Остальные соединения растениями не усваиваются до тех пор, пока не перейдут в более доступную форму (после разрушения минералов в процессе выветривания, минерализации органических веществ и др.).

Важнейшие элементы минерального питания – азот, фосфор и калий. Они определяют поступление других веществ, а избыток основных элементов замедляет поглощение этих веществ.

Контрольные вопросы

1. Что такое минеральное питание?
2. Какие соединения доступны растениям?

3.2. Химическая мелиорация почв

Химическая мелиорация почв – это замена избытка нежелательных катионов в почвенном поглощающем комплексе (водорода, алюминия, железа, марганца в кислых почвах, натрия в щелочных почвах) на кальций.

Избыточную кислотность почв устраняют известкованием, щелочность – гипсованием.

Для большинства возделываемых культур и почвенных микроорганизмов оптимальна слабокислая или нейтральная реакция почвы (рН 6,0–7,5). Наиболее чувствительны к кислотности почв люцерна, сахарная, столовая и кормовая свекла, белокочанная капуста, соя. Повышенную кислотность плохо переносят огурец, кукуруза, подсолнечник, клевер, озимая и яровая пшеница, ячмень, горох. Устойчивы к повышенной кислотности гречиха, рожь, овес, томат, морковь, а также лен, малина, земляника, крыжовник и особенно картофель, но они с трудом переносят избыток кальция. Максимально устойчивы к кислой среде люпин, чайный куст, щавель и сераделла.

Ориентировочно необходимость известкования определяют по белесому оттенку подзолистого горизонта сильнокислых почв, изреженным посевам люцерны и других чувствительных культур при хорошей агротехнике, обилии на полях лютика ползучего, хвоща полевого, щавелька, белоуса. По экономическим причинам выгоднее известковать сначала средне- и слабо-кислые, как правило, более плодородные почвы. Дозу известковых удобрений (D_{CaCO_3}) рассчитывают по результатам определения гидролитической кислотности (H_T):

$$D_{CaCO_3} = 1,5H_T \text{ (т / га)}.$$

Используют следующие известковые удобрения: известняковую и доломитовую муку, жженую известь, цементную пыль, сланцевую золу, местные рыхлые карбонатные породы (туф, мергель и др.).

Известь вносят под основную обработку почвы осенью или под перепахку зяби весной. Перед закладкой садов известь вносят в посадочные ямы: для древесных культур – 2–3 кг, для ягодников – 0,1–0,3 кг.

Гипсование – химическая мелиорация с помощью гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) солонцовых почв, содержащих высокую долю натрия и имеющих щелочную реакцию.

Солонцы отличаются неблагоприятным водно-воздушным режимом: при набухании становятся вязкими, практически водонепроницаемыми, при подсыхании превращаются в твердую массу.

Щелочная реакция неблагоприятна для большинства сельскохозяйственных культур и почвенных микроорганизмов: она снижает растворимость и доступность фосфора, железа, марганца, бора.

Ориентировочные дозы гипса составляют на корковых содовых солонцах 8–10 т/га, на средне- и глубокостолбчатых солонцах 3–4 т/га, в зонах каштановых и бурых почв на солонцеватых почвах 1–3 т/га. При орошении дозы гипса снижают на 25–30 %. Вместе с тем при орошении возникает опасность вторичного засоления солонцовых почв, поэтому необходимо принимать меры для его предотвращения.

В богарных условиях гипс лучше вносить под чистые пары, а при отсутствии – под однолетние травы, пропашные культуры и яровые зерновые

при основной обработке почвы. Большие дозы гипса можно давать постепенно, в течение двух-трех лет. Гипс для растений – дополнительный источник кальция и серы. Для гипсования используют гипс сыромолотый, фосфогипс, глиногипс.

Контрольные вопросы

1. Назовите группы культур по отношению к реакции почв.
2. Как рассчитывают дозу извести? Какие известковые удобрения вы знаете?
3. Какие почвы нуждаются в гипсовании?

3.3. Удобрения и их применение

Под удобрениями понимают вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почв в целях увеличения урожая сельскохозяйственных растений и улучшения качества получаемой продукции. Минеральные удобрения подразделяют на две группы в зависимости от того, какие элементы питания в них находятся и в каком количестве. К простым, или односторонним, удобрениям относят азотные, фосфорные, калийные и отдельные микроудобрения (борные, молибденовые и др.). Комплексные, или многосторонние, удобрения содержат два или несколько основных элементов питания. К промышленным принадлежат почти все минеральные удобрения, получаемые на химических заводах, к местным – удобрения, получаемые непосредственно в хозяйствах или вблизи них.

Содержание питательных веществ (или количество действующих веществ) в удобрении выражают в процентах. Для азотных удобрений – в пересчете на их оксиды P_2O_5 и K_2O . Доза удобрения – это количество, вносимое под сельскохозяйственную культуру за один прием или за весь вегетационный период.

Существует три приема внесения удобрений: *основное* – до посева, *припосевное* – во время посева и *подкормки* – в период вегетации растений. Основное удобрение обеспечивает питание растений на протяжении всей вегетации и включает большую часть (80–100 %) питательных веществ от общей нормы. Припосевное (припосадочное) удобрение предназначено для улучшения питания молодых растений в начальные, критические периоды их роста. Подкормки в течение вегетации растений используют в периоды максимального потребления ими питательных веществ. Обычно их применяют, когда полную норму питательных элементов нецелесообразно внести в основное удобрение.

Сроки внесения удобрений – осень, весна и лето. Способы внесения удобрений – сплошной (разбросной), местный (рядковый, гнездовой), ленточный. Способы заделки могут быть разные: под плуг, культиватор, борону и др. По агрегатному состоянию удобрения разделяют на твердые,

жидкие (безводный аммиак) и газообразные (CO_2 , применяемый в теплицах). Твердые удобрения бывают порошковидные (с размерами частиц менее 1 мм), кристаллические (с размером кристаллов более 0,5 мм) и гранулированные (с размером гранул более 1 мм).

Большое значение для практики имеет *гигроскопичность* удобрений – их способность поглощать влагу из воздуха. К сильно гигроскопичным удобрениям относятся кальциевая и аммиачная селитры. *Предельная влагоемкость* минеральных удобрений соответствует максимальной влажности, при которой они сохраняют способность удовлетворительно рассеиваться туковыми сеялками.

В процессе хранения или длительной транспортировки удобрения могут слеживаться. Сильно слеживаются простой порошковидный суперфосфат и мелкокристаллический хлорид натрия, слабо – сернокислый аммоний, практически не слеживаются сернокислый калий, калиймагнезия.

Выпускаемые промышленностью *азотные удобрения* подразделяют на следующие группы:

- аммиачные удобрения (безводный и водный аммиак), аммиакаты;
- аммонийные (сульфат аммония, хлористый аммоний);
- нитратные (натриевая и кальциевая селитры);
- аммонийно-нитратные (аммиачная селитра);
- амидные (мочевина, цианамид кальция, мочевиноформальдегидные удобрения).

Промышленные *фосфорные удобрения* подразделяют на следующие группы:

- водорастворимые (простой и двойной суперфосфат); фосфор этих удобрений полностью доступен растениям;
- содержащие фосфор, не растворимый в воде, но растворимый в слабых кислотах (преципиат, томасшлак, обесфторенный фосфат). Фосфор этих удобрений доступен растениям;
- содержащие не растворимый в воде фосфор, плохо растворимый в слабых кислотах и полностью растворимый в сильных кислотах (фосфоритная мука). Фосфор труднодоступен для большинства растений.

Выделяют следующие виды *калийных удобрений*:

- концентрированные (хлорид калия, сульфат калия, хлористый калий – электролит с примесями, калийная соль, калиймагнезия, калийно-магниевый концентрат);
- сырые соли (сильвинит, каинит).

Хлорид калия (KCl) содержит 57–60 % K_2O . Сульфат калия (K_2SO_4) содержит 46–50 % K_2O . Хлоркалий – электролит (KCl с примесями NaCl и MgSO_4) содержит 34–42 % K_2O и по 5 % MgO и Na_2O . Калиймагнезия (сульфат калия-магния) – ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$) содержит 29 % K_2O и 9 % MgO .

Сырые *калийные соли* получают путем дробления и размола природных калийных солей (сильвинита, каинита). Применять их целесообразно вблизи

месторождений калийных руд, так как они имеют низкое содержание K_2O и много примесей. Ограничивает их применение и большое количество хлора (40 %-ная *калийная соль* включает около 40 % K_2O , 20 % Na_2O и 50 % хлора). *Фосфат калия* (K_3PO_4) – высококонцентрированное удобрение, содержит около 40 % K_2O и 60 % P_2O_5 . Калий необходим прежде всего на торфяных, песчаных и супесчаных почвах.

Контрольные вопросы

1. Какие виды азотных удобрений существуют?
2. Как применяются фосфорные удобрения?
3. Какие виды калийных удобрений существуют?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аларин Б.Ф. Почвоведение: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 255 с.
2. Белобров В.П. География почв с основами почвоведения: учеб. пособие для студ. пед. вузов / В.П. Белобров, И.В. Замотаев, С.В. Овечкин / Под ред. В.П. Белоброва. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
3. Платов Н.А., Касаткина А.А. Основы инженерной геологии, геоморфологии и почвоведения: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 144 с.
4. Третьяков Н.Н. Основы агрономии: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов, Н.Н. Дубенок, С.С. Михалев, Н.Н. Третьяков, Е.Ю. Бабаева; под ред. Н.Н. Третьякова. – 2-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ	4
1.1. Основы геологии	4
1.1.1. Происхождение Земли. Строение земного шара	4
1.1.2. Образование земной коры. Состав земной коры	5
1.1.3. Выветривание горных пород и минералов	7
1.1.4. Ветровая и водная эрозия	8
1.1.5. Геологическая деятельность воды	9
1.1.6. Геологическая деятельность рек, морей и ледников	10
1.1.7. Формирование почвообразующих пород	12
1.2. Формирование почв	13
1.2.1. Общая схема почвообразования	13
1.2.2. Факторы почвообразования	15
1.2.3. Минеральная часть почвы	18
1.2.4. Формирование органической части почвы	20
1.2.5. Гумусообразование	20
1.2.6. Поглощительная способность почв	23
1.2.7. Кислотность почв	25
1.2.8. Щёлочность почв	27
1.2.9. Водный баланс почвы	28
1.2.10. Воздухопроницаемость и тепловые свойства почвы	30
1.2.11. Плодородие почв. Элементы питания растений	32
1.2.12. Почвенные типы и зоны. Повышение плодородия почв	34
2. ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	36
2.1. Факторы жизни растений	36
2.2. Законы научного земледелия	37
2.3. Понятие о системах земледелия	39
2.4. Севообороты	40
2.5. Сорные растения и меры борьбы с ними	42
2.6. Научные основы обработки почвы	45
3. ОСНОВЫ АГРОХИМИИ	47
3.1. Роль удобрений при выращивании растений	47
3.2. Химическая мелиорация почв	47
3.3. Удобрения и их применение	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52